Ueber den

Bau der Wand und die Oeffnungsweise

des

Lebermoossporogons.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

Hohen philosophischen Facultät

der

Kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

eingereicht von

John Andreas

aus Ealing bei London.

Sonderabdruck aus „Flora oder allg. Bot. Zeitung“, 1899, Heft 2.

München

Druck von Val. Höfling, Lämmerstrasse 1

1899.

Ueber den

Bau der Wand und die Oeffnungsweise

des

Lebermoossporogons.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

Hohen philosophischen Facultät

der

Kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

eingereicht von

John Andreas

aus Ealing bei London.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Sonderabdruck aus „Flora oder allg. Bot. Zeitung“, 1899, Heft 2.

München

Druck von Val. Höfling, Lämmerstrasse 1

1899.

Seiner theueren Mutter

gewidmet

vom Verfasser.

Einleitung.

Das Vorherrschen der phylogenetischen Richtung in der modernen Naturwissenschaft bedingte eine ausserordentliche Förderung und Werthschätzung der Entwickelungsgeschichte, deren Ergebnisse sie ja in erster Linie zur Stütze ihrer Ansichten verwerthet. Auf vielen Gebieten wurde die Untersuchung der fertigen Stadien zu Gunsten des Studiums der Entwickelung vernachlässigt, und so hielt, in der Botanik namentlich auf dem Gebiet der Kryptogamenkunde, unsere Kenntniss der fertigen Organe mit den Fortschritten der Entwickelungsgeschichte in vielen Fällen nicht Schritt, eine Thatsache, welche Goebel[1]) speciell für das Sporogon der Lebermoose hervorhebt. Auf Veranlassung von Prof. Goebel entstand die vorliegende Arbeit, welche einige auf diesem Gebiet bestehende Lücken auszufüllen bestimmt ist.

Der Bau der Sporogonwand bei den Anthoceroteen ist durch die umfassenden Arbeiten von Leitgeb[2]) hinlänglich bekannt. Auch die Verhältnisse bei den Riccieen sind bekannt, die schon deshalb weniger Interesse in Anspruch nehmen, weil hier eine Sporogonwand zwar angelegt, aber lange vor der Sporenreife resorbirt wird. Bei den Corsinieen besteht die Sporogonwand entweder aus einfachen, glatten Zellen (Corsinia) oder ihre Zellen weisen schon die für das Lebermoossporogon so charakteristischen Wandverdickungen auf (Boschia). Da mir aber von dieser Familie Material nicht zur Verfügung stand, so wird sich die vorliegende Arbeit auf die Marchantieen im engeren Sinne und die Jungermanniaceen beschränken.

In diesen beiden Abtheilungen, bei denen die Kapsel als das typische Lebermoossporogon gelten kann, bleibt dieselbe bis zur Reife vom Archegonium als Calyptra umschlossen, welche es erst bei der Reife durch Streckung des Stieles durchbricht, um bald darauf die

---

1) Goebel, Organographie der Pflanzen. II. Theil. Bryophyten, pag. 317.
2) Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose. Heft V.

Sporen zu entlassen. Eine Ausnahme von diesem Verhalten machen nur die Operculaten, bei welchen das Sporogon bereits vor der Reife die nicht mehr mitwachsende Calyptra sprengt. Hier betheiligt sich dann der freiliegende, d. h. nicht von der Hülle bedeckte Theil der Sporogonwand bis zur vollständigen Sporenreife an der Assimilation, wie der bedeutende Chlorophyllgehalt seiner Zellen zeigt.

Die Unterschiede in Gestalt und Grösse der Sporogone sind erheblich; von der gerade noch mit blossem Auge erkennbaren Cyathodiumkapsel bis zu der fast centimeterlangen der Monoclea finden sich alle Zwischenstufen. Die Gestalt ist meist länglich ellipsoidisch, zuweilen kugelig oder langcylindrisch.

Auch die Dicke der Wand und die Zahl ihrer Zellschichten weist erhebliche Schwankungen auf. Die Zahl der Schichten lässt keinen Schluss auf die Dicke der Wand zu; so ist z. B. die fünfschichtige Wand des Sporogons von Chiloscyphys 25 μ, die einschichtige der Monoclea-Kapsel dagegen 100 μ dick. In den allermeisten Fällen schwankt die Dicke der Wand zwischen 25 und 50 μ. Im Allgemeinen lässt sich eine Abhängigkeit der Wanddicke von der Grösse des Sporogons feststellen, indem sie mit der Grösse zunimmt. Doch gibt es zahlreiche Ausnahmen von dieser Regel; so beträgt z. B. die Wanddicke bei Gottschea etwa 30 μ, während die Wand der viel kleineren Plagiochila-Kapsel über 50 μ dick ist. Auffallend gering ist die Wanddicke bei Marchantia polymorpha, sie beträgt nur etwa 12 μ, auffallend gross bei Physiotium, nämlich 150 μ.

Ausgezeichnet sind die Lebermoossporogone durch die bekannten, selten fehlenden Verdickungen ihrer Wandzellen. In den typischen Fällen bilden dieselben rechtwinklig zur Längsachse der Zelle angeordnete Ringe oder Halbringe. Verbreitet sind ferner einfache Leisten auf den Radialwänden oder in den radialen Kanten der Zellen, verzweigte oder netzförmige Verdickungen.

Die Farbe dieser Wandverdickungen ist meist ein dunkles oder helleres Braun; auch gelbe, seltener glashelle Verdickungsleisten kommen vor.

Bei denjenigen Arten, bei welchen diese streifenförmigen Verdickungen fehlen, zeigen die Zellen der Sporogonwand eine mehr oder minder starke nnd gleichmässige Verdickung und Bräunung, namentlich ihrer Innenwände, zuweilen aber auch ihrer Radialwände.

Es liegen bisher verhältnissmässig wenige Untersuchungen über den anatomischen Bau und die Beschaffenheit der Sporogonwand

vor. Gottsche[1]) gibt als das Resultat seiner diesbezüglichen Arbeiten eine kleine Tabelle:

I. Mit einschichtiger Kapselwand.
   a) Mit Röhrenzellen und Querringfasern.
      α) Mit vollkommenen Ringfasern: Marchantia (polymorpha, tabularis, Berteroana), Preissia commutata, Sauteria alpina, Dumortiera hirsuta, Targionia hypophylla.
      β) Mit unvollkommenen Ringfasern: Marchantia chenopoda, linearis.
   b) Mit cubischen Zellen und Längsringfasern: Haplomitrium Hookeri.

II. Mit mehrschichtiger Kapselwand.
   a) Untrennbar, ohne Spur von Ringfasern, zellig: Reboulia, Fimbriaria, Grimaldia, Duvalia, Plagiochasma, Lunularia, (im engeren Sinn) Jubuleae.
   b) Eine trennbare, zellige, äussere Lamelle; eine innere mit Halbringfasern: Jungermannia, Plagiochila, Lophocolea, Scapania, Calypogeia, Aneura, Metzgeria, Pellia, Fossombronia.

Diese Angaben enthalten einige Fehler; Sauteria hat Halbringfasern, nicht Ringfasern, bei Lunularia ist die Wand einschichtig, ebenso, bis auf das Deckelstück, bei den Operculaten.

Die eingehendsten Untersuchungen über Wandbau und Aufspringen des Lebermoossporogons stammen von Leitgeb[2]), der für eine ganze Reihe von Gattungen zum ersten Male die Verhältnisse richtig darlegt. Auch in solchen Fällen, wo er nicht näher auf diese Fragen eingeht, gibt er für spätere Untersuchungen höchst werthvolle Andeutungen und Fingerzeige. Auf seine Angaben, sowie auf die Arbeiten von Jack[3]), Leclerc du Sablon[4]) und Goebel[5]) wird mehrfach zurückzukommen sein.

In Bezug auf das Aufspringen verhalten sich die Sporogone der Lebermoose sehr verschieden. Durch Abwerfen eines Deckels oder Zerfall des Scheiteltheiles der Kapselwand findet das Aufspringen bei

1) Gottsche, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri. Nova acta acad. Leopold.-Carol. 1843 pag. 363 ff.

2) Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose. Jena und Graz 1874—81.

3) Jack, Hepaticae Europaeae. B. C. Du Mortier, Botanische Zeitung 1877. Beiträge zur Kenntniss der Pellia-Arten. Flora 1895, Egzbd.

4) Leclerc du Sablon, Sur le sporogone des Hépatiques. Annales des sciences naturelles 1883.

5) Goebel, Ueber Function und Anlegung der Lebermooselateren. Flora 1895.

den Marchantieen statt, wobei dann der Rest der Wand entweder als Urne erhalten bleibt, oder sich in eine Anzahl unregelmässiger Zähne spaltet, die sich nach Aussen einrollen; bei den akrogynen und den allermeisten anakrogynen Jungermanniaceen spaltet sich die Kapselwand auf frühzeitig angelegten Trennungslinien, die gewöhnlich von einem besonders kleinzelligen Gewebe eingefasst sind, in vier gleich grosse Klappen, die sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle weit zurückschlagen; nur bei wenigen, zu den anakrogynen gehörigen Gattungen bleiben die Klappen am Scheitel vereinigt, so dass das Sporogon sich in diesem Falle mit vier Längsspalten öffnet. Bei Monoclea und Calobryum wird sogar nur eine derartige Längsspalte gebildet. Auch ein mehr oder minder unregelmässiges Zerfallen der Wand kommt vor, das sich bei Fossombronia auf die ganze Kapsel, bei Plagiochasma und Reboulia auf die obere Hälfte derselben beschränkt.

I. Marchantieae.

Bei den Marchantieen (im Sinne Leitgeb's) war es mir möglich, die Sporogone sämmtlicher Gattungen und zwar mit Ausnahme von Exormotheca, Cyathodium und den Astroporen, an lebendem Material zu untersuchen. Es kamen dabei folgende Arten in Betracht:

Targionia hypophylla L.
Cyathodium cavernarum Kunze.
Peltolepis grandis Lindb.
Sauteria alpina N. a. E.
Clevea hyalina Lindb.
Exormotheca Holsti Steph.
Plagiochasma Aitonia Ldg. et N.
„ italicum De Not.
Reboulia hemisphaerica Rad.
Fimbriaria africana Mont.
Duvalia rupestris N. a. E.
Grimaldia dichotoma Raddi.
Dumortiera irrigua N. a. E.
Fegatella conica Corda.
Preissia commutata N. a. E.
Marchantia polymorpha L.
Lunularia vulgaris L.

Die Kapselwand der Marchantieen ist durchgehends einschichtig, im Gegensatz zu der bis auf wenige Ausnahmen zwei- oder auch vielschichtigen Wand der Jungermanniaceenkapsel. Nur am Scheitel

wird die Wand bei allen Marchantieen in grösserer oder geringerer Ausdehnung verstärkt, meist durch mehrere Zellschichten, die am mächtigsten bei den Compositen entwickelt und mit starken Verdickungen ausgestattet sind, bei einem Teil der Operculaten aber sich auf einzelne wenige, dem Scheitel anliegende Zellen ohne Verdickungen reduciren.

Ueber diese eigenartige Ausbildung des Scheitels der Marchantieenkapsel, die sich bei sämmtlichen untersuchten Arten nachweisen liess, finden sich in der Litteratur nur spärliche Angaben. Leitgeb[1]) schreibt darüber: „Man findet häufig am Scheitel der eigentlichen Kapselwand noch eine oder zwei Schichten dünnwandiger Zellen anliegend, welche, wie ich glaube, durch Spaltungen der primären Wand entstanden sind.“ Hierbei scheint er jedoch nur die Operculaten, wahrscheinlich auch einzig und allein Plagiochasma im Auge gehabt zu haben (auf welche sich die angeführte Abbildung bezieht), denn bei der Beschreibung der einzelnen Arten erwähnt er das Auftreten mehrerer Schichten am Scheitel nur bei dieser. Auf die Astroporen und Compositen lassen sich seine Angaben deshalb nicht beziehen, weil bei diesen Gruppen nicht nur die peripheren, sondern auch die inneren Schichten (theilweise sogar sehr starke) typische Verdickungen tragen, während Leitgeb ausdrücklich von „dünnwandigen“ Zellen spricht. Ueberhaupt besteht zwischen der peripheren und den inneren Schichten in Bezug auf die Ausstattung ihrer Zellen mit Verdickungen ein Unterschied nur bei den Gattungen, die ausschliesslich anguläre (d. h. an den senkrecht zur Oberfläche stehenden Kanten angebrachte) Verdickungen besitzen, bei allen übrigen, mit Ringfasern versehenen Gattungen sind diese in gleicher Ausbildung in der peripheren und in den inneren Schichten vorhanden.

Solms-Laubach[2]) erwähnt eine mehrschichtige Ausbildung der Wand im Scheitelteil des Sporogons bei den Operculaten und den Astroporen und nennt dieselbe Operculum. Er sagt darüber: „Sowohl bei Exormotheca als bei Clevea, Sauteria und Peltolepis verhält sich dieses Operculum ganz ähnlich wie bei Plagiochasma . . ., nur tritt diese Struktur bei Plagiochasma wegen der grösseren Differenz im Zellbau der Regionen der Kapselwand stärker hervor, sie ist deswegen für diese Gattung lange bekannt, bei den Cleveïden aber übersehen

1) Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose. Heft VI pag. 44, Taf. I Fig. 19b.

2) Solms-Laubach, Ueber Exormotheca. Botanische Zeitung I 1897, pag. 9.

worden.“ Und wieder pag. 12: „Bei den niedrig stehenden Formen der Reihe (i. e. der Operculaten) ist ja freilich ein Operculum in der Wandstruktur gleichfalls zu erkennen, so z. B. bei Reboulia und Plagiochasma. Eben diese Operculumbildung findet sich nun aber auch bei allen Astroporen.“

Gerade bei den Compositen, wo dieses Scheitelgebilde am stärksten und auffallendsten entwickelt ist, scheint es der Aufmerksamkeit der Beobachter entgangen zu sein. Aus der Litteratur ist mir nur eine Angabe bekannt, die sich vielleicht auf dasselbe beziehen liesse. Kienitz-Gerloff[1]) erwähnt bei der Beschreibung der Entwickelung des Preissia-Sporogons: „Es kommt vor, dass ausser der äussersten, die eigentliche Kapselwand bildenden Schicht, noch eine, ja selbst zwei ihr benachbarte innere Schichten rudimentär erhalten bleiben, deren Zellen jedoch nie die für die Wandschicht charakteristischen Verdickungen zeigen. Es ist dieselbe demnach trotzdem als einschichtig zu betrachten.“ Hier kann Kienitz-Gerloff, meiner Ansicht nach nur den Scheiteltheil gesehen haben; die Kapselwand ist im Uebrigen bei Preissia einschichtig, abgesehen von dem Uebergang in den Fuss, wo sie zwei- bis dreischichtig wird. Aber auch hier sind die inneren Schichten mit Verdickungsleisten versehen. Dass die inneren Zellen nie die für die Wandzellen charakteristischen Verdickungsleisten zeigen sollen, ist ein Irrthum, der wohl dadurch zu erklären ist, dass die untersuchten Stadien zu jung waren, denn wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, werden die Verdickungsleisten in den inneren Schichten des Scheiteltheils bei den Compositen sehr spät angelegt, viel später als in den Zellen der peripheren Schicht, der eigentlichen Kapselwand. An der reifen Kapsel sind auch die inneren Schichten des Scheiteltheils mit ausgeprägten Verdickungsleisten ausgestattet.

Dieser, den Scheitel des Marchantieensporogons einnehmende Zellkomplex, für den Goebel[2]) die Bezeichnung „Deckelstück“ einführt, ist bei den einzelnen Gruppen und Gattungen in Bezug auf seine Grösse, seine Abgrenzung gegen den Sporenraum und gegen den Rest der Kapselwand, sowie hinsichtlich der Ausstattung mit Verdickungsringen sehr verschieden ausgebildet. Am stärksten ist das Deckelstück bei Dumortiera (Fig. 1) und Fegatella entwickelt, wo es in der Breite vollkommen ein Drittel des Sporogondurchmessers erreicht und 4—5 Zellschichten dick wird; alle Zellen sind mit Verdickungsringen

1) Kienitz-Gerloff, Neue Beiträge zur Entwickelung des Lebermoossporogons. Botan. Zeitung 1875 pag. 779.

2) Goebel, Organographie. II. Theil Bryophyten, pag. 321.

versehen. Die an den Sporenraum grenzenden Zellen des Deckelstücks sind vielfach zu kurzen, rundlichen oder mehr zugespitzten Schläuchen mit zahlreichen Ringfasern oder Spiralbändern ausgewachsen, zwischen denen eine Anzahl Elateren festgewachsen sind. Bei den übrigen Compositen, den Astroporen und bei Targionia ist das Deckelstück in ähnlicher, aber schwächerer Ausbildung zu finden. Bei Marchantia (Fig. 2) und Preissia besteht dasselbe meist nur noch aus 2—3 Schichten, bei den Astroporen scheint es vielfach gar nicht mehr zur Ausbildung einer zusammenhängenden zweiten Wandschicht zu kommen. Es sind dann in der Scheitelregion der Innenseite der Kapselwand eine Anzahl einzelner rundlicher oder länglicher mit Verdickungsringen oder Spiralen versehener Zellen angewachsen. Ebenso verhält sich Targionia. Lunularia und Cyathodium, die sich von den übrigen Marchantieen auch durch die Art ihres Aufspringens auszeichnen, besitzen statt dieses unregelmässigen Zellcomplexes als Deckelstück ein scharf abgegrenztes, glattes Deckelchen (Fig. 3).

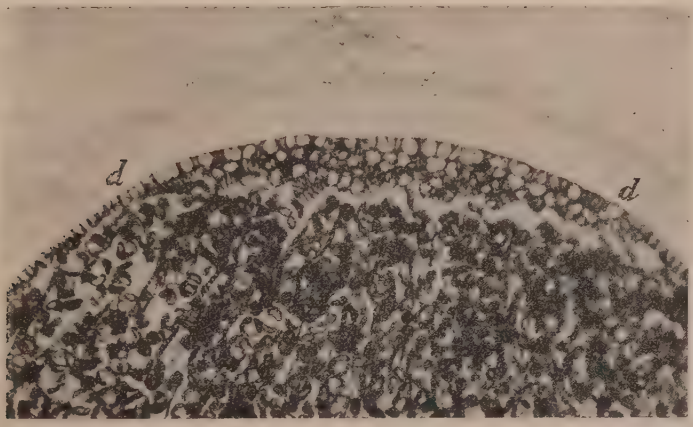


Fig. 1. Dumortiera irrigua. Längsschnitt durch den Scheiteltheil des fast reifen Sporogons. *d d* das Deckelstück. Mikrophotographie nach einem Mikrotomschnitt. (100/1.)

In den eben aufgezählten Fällen liegt die Bedeutung des Deckelstückes für den Oeffnungsvorgang in der Einleitung des Aufspringens, das bei der reifen Kapsel stets hier einsetzt. Anders bei den Operculaten, deren Operculum nicht dem Deckelstück der übrigen Marchantieen gleichwertig ist (Fig. 4, 5). Hier ist das eigentliche Deckelstück von geringerer Grösse als das Operculum, dessen Scheitel es einnimmt, und kommt entsprechend dem Fehlen jeder Art von Verdickungsleisten

in seinen Zellen, beim Aufspringen der Kapsel, das auch oft an anderen Stellen der Wand beginnt, nicht in Betracht. Bei den Operculaten liegt die einzige Bedeutung des Deckelstückes wahrscheinlich in der Abgabe von Nährstoffen aus seinen Zellen an das angrenzende sporogene Gewebe der Kapsel.

Fig. 2. Marchantia polymorpha. Längschnitt durch den Scheiteltheil des Sporogons. (170/1.)

Fig. 3. Lunularia vulgaris. Längsschnitt durch den Scheiteltheil des Sporogons. *t t* die Trennungslinie an der Grenze des Deckels. (120/1.)

Was die Entstehung dieses Deckelstücks betrifft, so spricht, wie oben erwähnt, schon Leitgeb für Plagiochasma die Vermuthung aus, dass es aus Spaltungen der primären Kapselwand hervorgehe, eine Annahme, die wohl auch für die gleichartigen Bildungen, wie sie die übrigen Operculaten aufweisen, zutreffen wird. Bei Lunularia und Cyathodium weist die Anordnung der Zellen in dem fertigen Deckel unzweifelhaft auf eine gleiche Entstehungsweise hin. Für Marchantia und Preissia scheint mir nach Untersuchungen, die ich an den betr. Stadien des jungen Sporogons vornahm, ebenfalls eine Entstehung des Deckelstücks durch eine Spaltung der primären Wandschicht wahrscheinlich.

Eigentliche Deckel sind bei sieben von den untersuchten Gattungen vorhanden: Duvalia, Grimaldia, Fimbriaria, Fegatella, Dumortiera, Lunularia und

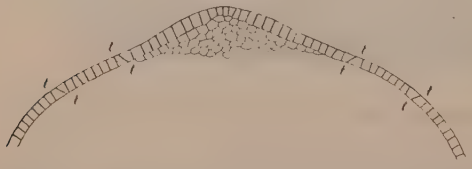


Fig. 4. Reboulia hemisphaerica. Längsschnitt durch den Scheiteltheil eines fast reifen Sporogons. *t t* Trennungslinien der Zellplatten, in die bei der Reife die Wand des Sporogons zerfällt. (70/1.)

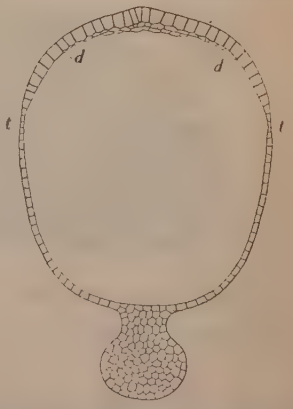


Fig. 5. Grimaldia dichotoma. Längsschnitt durch ein fast reifes Sporogon. *d d* Deckelstück. *t t* Grenze des Operculums. (30/1.)

Cyathodium. Bei diesen Gattungen sind die Deckel jedoch keineswegs alle gleichwerthige oder gleichartige Gebilde, bezüglich ihres Baues, der Art des Abreissens und ihrer Bedeutung für das Auf-

springen der Kapsel verhalten sie sich sehr verschieden. Es lassen sich drei Typen unterscheiden: 1. Bei Lunularia und Cyathodium ist der Deckel sehr klein, sein Durchmesser beträgt kaum ein Viertel des grössten Breitendurchmessers der Kapsel und seine Ablösung hat nur den Zweck, das Aufspringen der Kapsel einzuleiten, die Oeffnung des Sporogons wird erst durch die Spaltung der Wand in Klappen herbeigeführt. Der Umriss des ganz regelmässig aus drei Schichten glatter Zellen bestehenden rundlichen Deckels ist an der noch geschlossenen Kapsel durch eine scharfe Trennungslinie bestimmt (Fig. 3, 6). 2. Etwas grösser im Verhältniss zur Kapsel ist der Deckel bei Fegatella und Dumortiera, aber auch hier dient er nur zur Einleitung des Oeffnungsvorganges (Taf. XII Fig. 3). Er besteht in diesem Falle aus der Hauptmasse des Deckelstücks, von welchem beim Abreissen nur geringe Trümmer an den Spitzen der Lappen haften bleiben, in welche die Kapselwand sich theilt. Bei dem Fehlen einer Trennungslinie sind die Umrisse des losgerissenen Deckels sehr unregelmässig. 3. Von diesen beiden Typen unterscheiden sich wesentlich die Deckel von Duvalia und Grimaldia. Bei diesen beiden Gattungen ist der Oeffnungsvorgang abgeschlossen mit dem Abfallen des Operculums, das sich auf einer etwa in halber Höhe rings um das Sporogon herumlaufenden Naht loslöst und dessen Durchmesser dem grössten Breitendurchmesser der Kapsel gleichkommt (Fig. 5). Verdickungen sind nur in den Zellen des Operculums vorhanden; der als Urne zurückbleibende Theil der Kapselwand besteht aus glatten Zellen. Hier entspricht das Operculum, wie schon erwähnt, nicht dem Deckelstück, sondern etwa der ganzen oberen Hälfte der Kapselwand der übrigen Marchantieen. Dem Deckelstück entspricht nur der mehrschichtige Scheiteltheil des Operculums, und es ist deshalb nicht angängig, die Bezeichnung Operculum für das Deckelstück (z. B. der Astroporen) anzuwenden, wie es Solms-Laubach (l. c.) thut, sondern es ist eine Auseinanderhaltung der beiden Begriffe durchaus nothwendig. Fimbriaria endlich, die letzte der deckelbildenden Gattungen, zeigt in ihrem Verhalten beim Aufspringen schon eine Annäherung an die Sporogone von Plagiochasma und

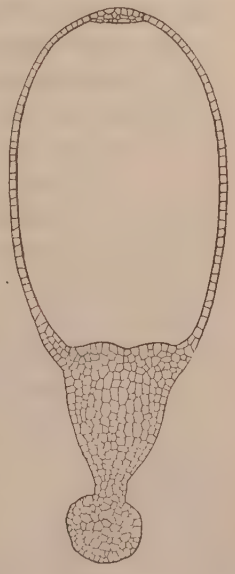


Fig. 6. Lunularia vulgaris. Längsschnitt durch ein fast reifes Sporogon. (60/1).

Reboulia, deren Wand im oberen Drittel in unregelmässige Platten zerfällt (Fig. 5, 14).

Die Verdickungsleisten sind bei der Mehrzahl der Marchantieen als Ringfasern entwickelt und zwar in allen Zellen der Kapselwand (Astroporen, Compositen mit wenigen Ausnahmen und Targionia). Cyathodium hat Ringfasern nur im oberen Drittel der Wand, den Scheitel nimmt eine Gruppe von glatten Zellen ein (das oben erwähnte Deckelchen). Bei Lunularia fehlen faserige Wandverdickungen ganz. Ausführliche Angaben über die Wandverdickungen finden sich bei der Besprechung der einzelnen Gruppen.

Nach dem Bau der Kapselwand und der Art des Aufspringens lassen sich die Marchantieen folgendermassen gruppiren.

I. Mit Ringfasern (seltener Halbringfasern) in allen Zellen der Kapselwand, auch in den inneren Schichten des Deckelstückes. Das Aufspringen erfolgt durch Zerreissen der Wand in eine wechselnde Anzahl (4—8) unregelmässiger Lappen.

a) Deckelstück stark entwickelt, beim Aufspringen sich als unregelmässig begrenzter Deckel abhebend. Mit Ringfasern:

Fegatella,
Dumortiera.

b) Das schwächer entwickelte Deckelstück wird beim Aufspringen nicht als Ganzes abgehoben, sondern zerfällt. Ringfasern oder Halbringfasern:

Marchantia,
Preissia,
Exormotheca,
Peltolepis,
Clevea,
Sauteria,
Targionia.

II. Kapsel kugelig, ohne Ringfasern, nur mit angulären Verdickungsleisten im oberen Drittel der Wand. Zellen der inneren Schichten des Deckelstückes ohne Verdickungen. Das obere Drittel der Wand wird entweder als Deckel abgehoben oder zerfällt, der untere Theil der Wand bleibt als Urne erhalten.

a) Das scheitelständige Drittel der Wand löst sich auf einer vorgebildeten Trennungsnaht als Deckel ab. Deckelstück als eine der Wand in der Scheitelregion angelagerte Zellschicht ausgebildet:

Duvalia
Grimaldia

b) Das scheitelständige Drittel der Kapselwand wird als Ganzes abgehoben. Trennungsnaht fehlt. Das Deckelstück ist auf einzelne wenige der Wand im Scheitel anliegende Zellen reducirt:

Fimbriaria.

c) Das scheitelständige Drittel der Wand zerfällt in unregelmässige Platten. Deckelstück bis 5 schichtig:

Reboulia,
Plagiochasma.

III. Zellen der Kapselwand ohne faserige Verdickungen. Deckelstück beim Aufspringen als kleines, scharf abgegrenztes, glattes Deckelchen sich abhebend, worauf die Kapsel auf vorgebildeten Trennungslinien sich zuerst in vier, dann in acht Klappen spaltet:

Lunularia.

IV. Ringfasern nur im oberen Drittel der Kapselwand; der untere Theil aus dünnwandigen Zellen bestehend. Deckelstück aus glatten Zellen, beim Aufspringen sich als scharf begrenztes rundliches Deckelchen auf vorgebildeter Trennungslinie ablösend, worauf sich die Kapselwand, soweit die Ringfaserzellen reichen, in acht Klappen spaltet:

Cyathodium.

Den grossen Unterschied in der Art des Aufspringens zwischen der Marchantiaceen- und der Jungermanniaceenkapsel und die Nothwendigkeit, beide Vorgänge bei aller äusseren Aehnlichkeit auseinander zu halten, worauf in den Beschreibungen zuweilen wenig Gewicht gelegt worden ist, betont Leitgeb[1]) folgendermassen: „Man hat diese Art des Aufspringens durch Zähne oder Klappen dem Aufspringen der Jungermanniaceenkapsel verglichen. Es ist aber zwischen beiden allerdings ähnlichen Vorgängen ein wesentlicher Unterschied. Die Klappen der Jungermanniaceenkapsel entsprechen den vier, durch die ersten sich kreuzenden Längswände angelegten Scheitelquadranten; die Trennung erfolgt nach diesen Längswänden und die Klappen haben glatte Seitenränder. Bei den Marchantieen ist die Bildung der Zähne nicht auf die primären Längstheilungen des Embryo zurückzuführen; es wechselt also die Zahl der Zähne selbst innerhalb derselben Species,

1) Leitgeb, l. c. Heft VI pag. 137 ff.

ebenso die Länge der Spalten und der gegenseitige Abstand an derselben Kapsel; es sind daher die Zähne häufig in Breite und Länge ungleich. Auch sind ihre Seitenränder nicht glatt, sondern zackig, so dass man diese Art des Aufspringens besser als ein Oeffnen durch Längsrisse bezeichnen könnte." Hier wäre nur noch eine Ausnahme zu machen zu Gunsten von Lunularia und Cyathodium, was Leitgeb[1]) auch für letztere erwähnt. Bei diesen Gattungen sind wie bei den Jungermanniaceen die Klappen an der reifen Kapsel nach Zahl und Grösse durch Trennungslinien abgegrenzt, deren Lage durch die primären Längstheilungen im Embryo bestimmt wurde. Es unterscheiden sich aber diese Trennungslinien von denen der Jungermanniaceenkapsel dadurch, dass sie nicht von einem kleinzelligen Gewebe eingefasst werden und in doppelter Anzahl (acht statt vier) vorhanden sind.

I. Gruppe. Mit faserigen Wandverdickungen. Compositen (mit Ausnahme von Lunularia), Astroporen, Targionia.

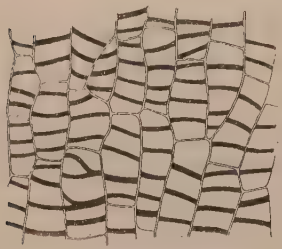


Fig. 7. Fagatella conica. Unterer Theil der Sporogonwand von Aussen gesehen. (200/1.)

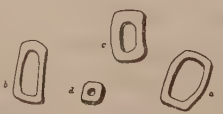


Fig. 8. Fegatella conica. Isolierte Ringfasern. *a* aus dem unteren, *b* aus dem mittleren, *c* aus dem oberen Theil der Sporogonwand, *d* aus dem Deckelstück. (200/1.)

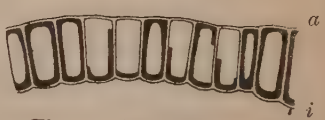


Fig. 9. Fegatella conica. Sporogonwand im Querschnitt. Einzelne Ringfasern sind schräg geschnitten, daher unvollständig. (200/1.)

Das länglichrunde oder kugelige Sporogon der hierhergehörigen Gattungen sitzt auf einem kurzen Stiel, der im ausgewachsenen Zustand selten die Länge der Kapsel übertrifft, mit meist knollig angeschwollenem Bulbus. Die Calyptra bleibt bei sämmtlichen Arten, bei denen ihr Verhalten untersucht werden konnte, bis zur Reife erhalten.

Die Wandzellen sind in der Richtung der Längsachse der Kapsel gestreckt, zuweilen kürzer, tonnenförmig.

Die Verdickungen, die in der Zelle stets quer orientirt sind, sind in der Mehrzahl der Fälle als Ringfasern ausgebildet (Fig. 7—11). Nur bei Sauteria und Exormotheca kommen eigentliche Halbringfasern vor. Es

1) l. c. Heft VI pag. 138.

empfiehlt sich jedoch nicht, auf diesen Unterschied allzugrosses Gewicht zu legen, da die Ringe häufig auf der Aussenwand der Zelle schwächer werden (am auffälligsten bei Targionia) und dann leicht Halbringfasern vortäuschen können, wie eine Anzahl sich widersprechender Angaben in den Beschreibungen beweist. Auch kann die Ausbildung der Ringe bei ein und derselben Gattung wechseln, wie z. B. bei Marchantia, wo Gottsche[1]) für einige Arten vollkommene, für andere unvollkommene Ringfasern angegeben hat. Die Zahl der in einer Zelle enthaltenen Ringe variirt bei den einzelnen Arten, auch in den verschiedenen Regionen der Kapselwand wechselt die Zahl innerhalb gewisser Grenzen. Bei manchen Arten sind hin und wieder einzelne Zellen, statt mit einer Anzahl Ringe, mit einem Spiralband versehen; bei anderen zeigen die Ringe zuweilen eine Neigung, sich zu verzweigen, bei Exormotheca sind verzweigte Halbringfasern die Regel. Abgesehen von der faserigen Verdickung zeigen die Zellen oft eine mehr oder minder gleichmässige Verdickung und Bräunung ihrer Innenwände, namentlich im oberen Theil der Kapselwand.

Im Allgemeinen findet man immer vom basalen Theil der Kapsel nach dem Scheitel zu eine Zunahme in der Dicke und Breite der Ringe, sowie eine dichtere Lagerung derselben. Ebenso lässt sich eine Zunahme der Verdickung der ganzen Wände, wo eine vorkommt, und Hand in Hand damit gehend, eine Verengerung des Lumens der Wandzellen beobachten. Es findet also eine deutliche Zunahme der mechanischen Elemente statt mit der Annäherung an den Scheitel, wo eine weitere Häufung derselben eintritt durch die schon erwähnte Verstärkung der Wand durch ein oder mehrere Schichten von Zellen, welche alle mit Ringfasern versehen sind. Hier, im Deckelstück, ist die Stellung der Ringfasern eine beliebige, sowohl in den inneren als auch in der äusseren, der eigentlichen Kapselwand entsprechenden Schicht. Während sie sonst in der ganzen Kapsel senkrecht zur Fläche der Wand stehen, liegen sie hier auch oft geneigt oder parallel zur Kapselwand. (Fig. 5.) Doch lässt sich zwischen diesen beiden Regionen der Wand keine scharfe Grenze ziehen. Hier beginnt das Aufspringen der Kapsel, doch kann von einer Trennungslinie[2]) keine Rede sein, weil der Verlauf des Risses nicht genau vorgeschrieben, sondern innerhalb gewisser Grenzen beliebig ist; daher sind auch die Ränder sowohl des abgehobenen resp. zerfallenden Deckelstückes als

1) Gottsche, Anatom.-physiolog. Studien über Haplomitrium Hookeri. Nova acta acad. Leop.-Carol. 1844 pag. 363.

2) Vgl. Solms-Laubach, Ueber Exormotheca. Botan. Ztg. I 1897 pag. 9.

auch die stumpfen Enden der Lappen, in welche später die Kapselwand zerreisst, niemals glatt, sondern stets zackig. Beim Aufspringen rollen sich diese Lappen nach aussen ein.

Für Fegatella und Dumortiera wurde das Verhalten des Deckelstückes beim Aufspringen schon erwähnt. Bei Marchantia und Preissia und wahrscheinlich auch bei Targionia findet ein unregelmässiger Zerfall desselben statt. Ebenso sollen sich nach Solms-Laubach[1]) Exormotheca und die Astroporen verhalten, bei denen ich das Aufspringen nicht selbst beobachten konnte.

Der Boden der Kapsel wird meist aus 1—2 Lagen von rundlichen Zellen gebildet, die in ihrer Gestalt sich mehr den Stielzellen nähern und zuweilen mit dünnen Ringfasern versehen sind. In vielen Fällen ist der Boden besetzt mit einer Anzahl hervorragender, rundlicher oder zapfenförmiger Zellen, die reichlich mit Verdickungsringen und Spiralen versehen sind und an denen einige Dutzend Elateren festsitzen, was namentlich bei Fegatella, Dumortiera, Preissia auffällt; bei Marchantia fehlen dieselben. Ob derartige festsitzende Elateren bei den Astroporen vorhanden sind, liess sich an dem ausgetrockneten Herbarmaterial nicht mehr mit Sicherheit constatiren; aus der Gestaltung des Bodens darf man jedoch auf ein derartiges Verhalten schliessen. Diese Elateren sind jedoch keineswegs etwa wie die Elaterenträger bei Pellia mit dem Boden fest verwachsen, sondern lösen sich beim gänzlichen Austrocknen der Kapsel. (Vgl. auch Fegatella.)

Dass an dem abgeworfenen Deckelstück zuweilen eine Anzahl Elateren festsitzt, wurde schon erwähnt. Bei Dumortiera ist ein Theil der Elateren mit einem Ende der Kapselwand angewachsen, wie bei manchen foliosen Jungermanniaceen (Jungermannia bicuspidata und Gottschea), ohne dass jedoch, wie bei diesen, eine gleichmässige, parallele Lagerung der Elateren in der geschlossenen Kapsel zu bemerken wäre.

Fegatella.

Die längliche, birnförmige Kapsel trägt im Mittelpunkt ihres meist etwas excentrisch gelegenen, vom Stiel des Receptaculums abgewendeten Scheiteltheils eine kleine nabelartige Einsenkung.[2]) Das Deckelstück ist stark entwickelt und erreicht in der Mitte eine ziemliche Dicke. Gegen den Sporenraum ist dasselbe nicht glatt abgegrenzt, es ragen von der untersten Schicht eine Menge eigenthümlich gestalteter Zellen frei in denselben hinein. Diese Zellen sind zapfen- oder walzenförmig, zuweilen in die Länge gezogen und reichlich mit Verdickungsbändern

1) Solms-Laubach, Ueber Exormotheca Mitten. Bot. Ztg. 1897, pag. 9.

2) Vgl. Bischoff, Bemerkungen über die Lebermoose, Tab. LXVIII, Fig. IV, 2.

ausgestattet, die bei einigen als Ringe, bei andern als Spiralbänder ausgebildet sind; man findet auch solche, die im oberen Theil Ringe, im unteren, in den Sporenraum hineinragenden Theil eine oder mehrere Spiralen tragen. Die Zahl der Spiralen in diesen Zellen ist oft viel grösser als in den Elateren (es wurden bis sechs gezählt, in den Elateren 2—4). Zwischen diesen Zapfen und an ihren zuweilen etwas abgeplatteten Enden sind zahlreiche Elateren befestigt.

Im unteren Theil der Wand finden sich 3—5 ziemlich schwache Ringfasern in der Wandzelle (Fig 7, 8, 9, 11); in halber Höhe 5—7; nach dem Scheitel zu, wo die Wandzellen bedeutend kürzer werden, fällt ihre Zahl wieder auf etwa drei und in den kleinen isodiametrischen Zellen des Deckelstücks ist meist nur noch für einen Ring Raum vorhanden. Dabei nehmen die Ringe mit der Annäherung an den Scheitel beständig an Dicke und Breite zu, so dass die des Deckelstücks zuweilen die Zelle fast in zwei Theile theilen.

Statt der Ringe tragen die Wandzellen hin und wieder eine Spirale, es kommen auch verzweigte Ringe vor; seltener sind Uebergänge zwischen der Ring- und Spiralverdickung.

Fig. 10. Fegatella conica. Ein Stück aus dem mittleren Theil der Sporogonwand von Innen gesehen. (200/1.)

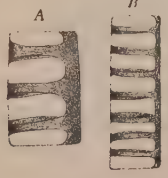


Fig. 11. Fegatella conica. Wandverdickungen der Zellen der Sporogonwand, durch Behandlung mit H_2SO_4 isolirt. *A* aus dem oberen, *B* aus dem mittleren Theil der Wand. (300/1.)

Etwa in halber Höhe der Kapselwand beginnt die Ablagerung einer dünnen, braunen, verholzten Lamelle auf der Innenwand der Zellen; dieselbe nimmt nach oben allmählich an Dicke zu, so dass sie schliesslich eine dünne Platte vorstellt, welche, auf die oberen und unteren Querwände etwas übergreifend, die mit ihr verwachsenen Ringfasern trägt. Durch Auflösung der Zellwände mit concentrirter Schwefelsäure lässt sie sich mitsammt den an ihr befestigten Ringen leicht isoliren (Fig. 11).

Auf dem Grund der Kapsel finden sich eine Anzahl Elateren, theils an längeren oder kürzeren, zapfenartig in den Sporenraum hineinragenden Zellen festsitzend, theils zwischen denselben angeheftet. Diese elaterenträgerartigen Zellen haben dunkel gebräunte Wände und sind mit oft sehr dicht gestellten Verdickungsfasern versehen, und zwar finden sich auch hier Ringe, Spiralen und Uebergänge zwischen den beiden Formen. Fest mit den trägerartigen Zellen verwachsen scheinen die Elateren nicht zu sein, sie bleiben nur bis zur vollständigen Ausleerung des Kapselinhalts festsitzen und verhindern das zu rasche Herausfallen der Sporenmasse aus dem geöffneten, nach unten gerichteten Sporogon. Später, bei der völligen Entleerung und Austrocknung der Kapsel, werden auch die Elateren grösstentheils losgelöst.

Eine genauere Beobachtung des Aufspringens unter dem Mikroskop zeigt etwa Folgendes. Wenn die Austrocknung der vollständig reifen Kapsel beginnt, bildet sich an der Grenze des Deckelstücks, da wo der Wechsel in der Orientirung der Ringfasern eintritt (Fig. 12), ein zackiger Querriss, der nicht immer genau dieser nicht besonders scharfen Grenze folgt. Dieser Riss verlängert sich rasch und läuft allmählich um den ganzen Scheitel herum, das Deckelstück loslösend; von ihm aus entstehen, wie er fortschreitet, in rascher Aufeinanderfolge eine Anzahl Längsrisse, die sich nach dem Kapselgrunde zu fortsetzen. Die dadurch entstandenen Lappen der Kapselwand rollen sich nach Aussen ein, etwa so weit die oben beschriebene Bräunung der Innenwände der Wandzellen reicht (d. h. bis über die Mitte der Kapsel). Der Deckel bleibt entweder an der Spitze eines Lappens locker ansitzen oder fällt mit dem Kapselinhalt ab. An ihm sitzen eine Anzahl Elateren fest. Da die Ablösung des Deckels, wie oben erwähnt, nicht genau der Grenze des Deckelstücks folgt, so findet man oft an den abgestumpften Lappenspitzen noch einige der Zellen desselben ansitzend, und umgekehrt am Deckel hier und da einen Fetzen des einschichtigen Theils der Kapselwand. Auch die Längsrisse verlaufen nicht ganz gerade, sie springen oft aus einer Zellreihe in eine andere über und wieder zurück. Ein Zerreissen von Zellen wurde nie beobachtet, die Trennung erfolgte stets in der Mittellamelle. Der ganze Vorgang vom Auftreten des ersten Querrisses bis zur vollständigen Einrollung der Lappen und Entleerung des Kapselinhaltes nimmt etwa 5—10 Minuten (bei trockener Zimmerluft) in Anspruch. Dass der Deckel bei Fegatella bis jetzt vollständig übersehen wurde, hat seinen Grund wohl in der geringen Grösse desselben; er misst im Mittel höchstens 0,3 mm im Durchmesser.

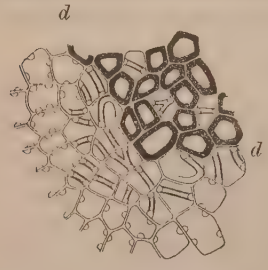


Fig. 12. Fegatella conica. Stück aus der Scheitelregion der Kapselwand von Aussen gesehen. *d d* Grenze des Deckelstücks. (150/1.)

Dumortiera irrigua Nees.

Diese Art sammelte ich reichlich fruchtend im Frühsommer 1897 an mehreren Stellen im Thal von Orotava auf Teneriffa. Die sehr grossen, kräftigen Fruchtköpfe waren 5—9strahlig und massen oft fast 1 cm im Durchmesser. Nach Leitgeb[1]) umschliesst jede Hülle bis sieben Archegonien, von denen sich jedoch immer nur ein einziges entwickeln soll. Auch Goebel[2]) gibt für Dumortiera irrigua an, dass in jedem Sporogonstand nur ein Sporogon ausgebildet werde. Abweichend von diesen Beobachtungen fand ich öfters mehrere vollkommen entwickelte Sporogone in einer Hülle, ja ein derartiges Verhalten schien mir in fast jedem Fruchtkopf ein oder gar mehrere Male vorzukommen. In einem solchen Falle fanden sich in einem achtfächerigen ♀ Receptaculum nicht weniger als 13 vollkommen entwickelte Sporogone vor, die folgendermassen vertheilt waren:

4 Hüllen enhielten je 1 Sporogon,
3 „ „ „ 2 Sporogone,
1 Hülle enthielt 3 „

1) Leitgeb, l. c. Heft VI pag. 127.
2) Goebel, Organographie der Pflanzen II. Theil, Bryophyten, pag. 312.

Die grossen, fast kugeligen Kapseln (bis $1^1/_2$mm lang und $1^1/_3$mm breit) sitzen mit sehr breiter Basis einem dicken, ziemlich kurzen Stiel auf; der Fuss ist wie bei Fegatella kegelförmig, im Gegentatz zu dem meist kugelig angeschwollenen Bulbus der übrigen Marchantieen.

Entgegen der Bischoff'schen Angabe[1]) bleibt die Calyptra bis zur vollständigen Reife erhalten und umgibt dann das Sporogon als häutiger, 5—6schichtiger Sack. Erst bei der Streckung des Stieles wird sie gesprengt und zerreiss vom Scheitel aus in eine unbestimmte Anzahl Zähne.

In Bezug auf Bau und Aufspringen der Kapsel zeigt Dumortiera grosse Aehnlichkeit mit Fegatella. Die Wandzellen, die in allen Theilen der Wand eine gleichmässige, leichte Bräunung zeigen, sind sehr lang, zuweilen fast spindelförmig. Sie sind mit einer grossen Anzahl quergestellter, dunkelbrauner Ringfasern versehen, die zuweilen auf der Aussenwand der Zelle etwas schwächer, aber doch immer vollkommen geschlossen sind. Halbringfasern kommen nicht vor. Mit der von unten nach oben fortschreitenden Verengerung des Lumens der Wandzellen steigt die Zahl der in einer Zelle enthaltenen Ringe. Im unteren Theil der Wand beträgt sie noch 3—8, meist etwa 5, in der oberen Hälfte 8—14, in der Nähe des Scheitels, wo die Zellen viel kürzer werden, sinkt sie wieder auf 4—5. Spiralbänder sind in den Wandzellen sehr selten, auch Verzweigungen der Ringe sind wenig häufig.

Das mehrschichtige Deckelstück ist etwas stärker entwickelt als bei Fegatella. Wie dort finden wir die unregelmässige Orientirung der Verdickungsfasern in seinen Zellen. Einfache Ringe sind hier aber mehr auf die periphere Schicht beschränkt; sehr viele Zellen der inneren Schichten des Deckelstücks sind mit einer Anzahl Ring- und Spiralfasern versehen. Auch bei Dumortiera sind die an den Sporenraum grenzenden Zellen des Deckelstücks ausgewachsen zu walzen- oder zapfenförmigen Zellen, von denen die längeren oft ganz kurzen, dicken Elateren gleichen; an und zwischen diesen Elaterenträgern ist eine Anzahl Elateren festgewachsen.

Auch auf dem Kapselboden sitzen einige Dutzend zapfenförmige Zellen mit dunkelbraunen Wänden und zahlreichen Ring- und Spiralfasern auf, an denen vielfach Elateren befestigt sind, ohne ganz mit denselben verwachsen zu sein, denn sie fallen nach Entleerung des Sporogoninhaltes beim gänzlichen Austrocknen der Kapsel grösstentheils ab. Zwischen den normalen Elateren findet man eine Anzahl kürzerer und dickerer Schläuche befestigt, welche in Bezug auf die Ausstattung mit Spiralbändern ihnen sehr ähneln. Ab und zu findet man einzelne dieser Gebilde unter dem ausgestreuten Kapselinhalt.

Dumortiera ist die einzige unter den untersuchten Marchantieen, bei welcher sich auch auf der ganzen Innenfläche der Kapselwand zahlreiche festgewachsene Elateren finden. Dieselben sind mit einem Ende, das an dieser Stelle eine kleine Abplattung zeigt, mit den Wandzellen verwachsen und bleiben theilweise festsitzen bis zur gänzlichen Verwitterung der Wand.

Das Aufspringen wird, gerade wie bei Fegatella, durch das Abheben des in diesem Falle etwas grösseren Deckels eingeleitet, und verläuft dann ganz wie dort. Ein Abspringen oder Abschleudern der an der Kapselwand angehefteten Elateren, wie es in analogen Fällen bei einzelnen Jungermanniaceen beobachtet

1) Bischoff, Bemerkungen über die Lebermoose, pag. 969: „Calyptra fugax".

wird[1]), kommt nicht vor. Vielmehr scheinen dieselben hier nur die Bedeutung zu haben, dass sie, in Verbindung mit den am Boden angehefteten ein allzurasches, mit einem Mal erfolgendes Herausfallen der Sporenmasse verhindern und eine allmähliche Ausstreuung derselben begünstigen.

Preissia.

Preissia ist diejenige unter den Compositen, welche sich, soweit der Bau des Sporogons in Betracht kommt, am meisten den Astroporen nähert.

Die kurzen, ziemlich breiten, im Querschnitt rundlichen Zellen der Kapselwand tragen je 4—5 quer gestellte, vollständige, wenn auch oft auf der Aussenwand schwächere Ringfasern. Die Innenwände der Zellen sind etwas verstärkt und leicht gebräunt; die Bräunung nimmt nach oben zu.

Das Deckelstück ist dreischichtig, jedoch lange nicht so compact gebaut wie bei Fegatella. Die Zellen desselben sind, auch in der peripheren Schicht, weitlumiger und viel lockerer aneinandergefügt als die der übrigen Kapselwand. Die Ringfasern des Deckelstückes sind stärker als die der einfachen Wandzellen und dunkler gebräunt. Die Zellen der an den Sporenraum grenzenden Schicht desselben ragen auch bei Preissia vielfach zapfenartig in denselben vor.

Den Abschluss gegen den Stiel bildet eine Schicht von Zellen mit gebräunter Wand, aber ohne Ringfasern. Beim Uebergang in den Kapselboden ist die Wand bis auf drei Schichten verstärkt, auch hier sind die Zellen der inneren Schichten mit den typischen Ringfasern der Wandzellen versehen.

Beim Aufspringen zerfällt das Deckelstück infolge seines lockeren Baues und der beim Austrocknen verursachten starken Spannung in den einzelnen, mit starken Ringfasern versehenen Zellen in unregelmässige Stücke, die zum Theil an den Spitzen der 5—8 Zähne sitzen bleiben, in welche die übrige Kapselwand bis fast zum Grunde zerreisst.

Marchantia.

Die Ausbildung der Wandverdickungen scheint bei den einzelnen Arten dieser Gattung zu wechseln. Gottsche[2]) gibt für M. polymorpha, tabularis und Berteroana Ringfasern, für M. chenopoda und linearis unvollkommene Ringfasern an. Meine Untersuchungen beschränken sich auf M. polymorpha.

Auffallend ist bei den verhältnissmässig sehr kleinen, zartwandigen Sporogonen dieser Art die goldgelbe Färbung nicht nur der Ringfasern, sondern auch der Sporen und Elateren im Gegensatz zu dem dunklen Braun, das sonst in dieser Gruppe vorherrscht. Die Dicke der Wand ist äusserst gering; sie beträgt im Mittel kaum 12 μ, während z. B. Fegatella eine Wanddicke von etwa 40 μ aufweist. Die Wandzellen sind in sehr regelmässigen Längsreihen angeordnet und tragen 3—4 nicht sehr breite Ringe, welche in benachbarten Zellen ziemlich genau an gegenüberliegenden Stellen der Wand ansitzen. Auf der Aussenwand der Zelle sind sie dünner, zuweilen ganz unterbrochen, was auch bei den (nicht gerade häufig) an ihrer Stelle auftretenden Spiralen vorkommt. Verzweigungen der Ringe sind selten. Nach dem Grunde des Sporogons zu werden die Ringe schwächer und unvollständig, bis sie zuletzt nur noch als eine undeutliche Streifung auf der

1) Vgl. Goebel, Ueber Function u. Anlegung d. Lebermooselateren. Flora 1895 pag. 16.

2) Gottsche, l. c. pag. 363 ff.

Innenwand erscheinen, um in den untersten, sehr weitlumigen Zelllagen der Kapselwand ganz zu verschwinden.

Im Scheitel des Sporogons fällt vor Allem die Grösse und lockere Aneinanderfügung der mit sehr breiten Ringen versehenen Zellen der peripheren Schicht auf (Fig. 2). Die Zellen der inneren Lagen (oder Lage) des Deckelstückes sind kleiner und mit Ringfasern oder Spiralen ausgestattet.

Der Boden des Sporogons wird gebildet von einer Lage Zellen mit goldgelb gefärbten Wänden ohne Verdickungsfasern. Die zapfenartigen mit Spiralbändern versehenen Zellen, die bei der Mehrzahl der Marchantieen vorkommen, fehlen hier gänzlich. Dagegen ist eine Anzahl Elateren direct dem glatten Boden aufgewachsen, die theils ganz typisch ausgebildet sind, theils etwas kürzer und dicker als die freien Elateren und mit mehr als zwei Spiralbändern ausgestattet sind.

Peltolepis und Clevea.

Diese beiden Gattungen zeigen viel Uebereinstimmendes. Die Zellen der Kapselwand sind ziemlich kurz und breit, mit unverdickten, hellen Wänden. Ihre Verdickungsfasern sind als quergestellte vollständige Ringe ausgebildet, welche, zu je 5—6 in einer Zelle, ziemlich dicht angeordnet sind; zuweilen (bei Peltolepis öfter) sind sie verzweigt. Bei Clevea springen derartige verzweigte Ringe im oberen Theil der Wand auch hin und wieder auf die Querwände der Zelle über. Da die Ringe untereinander ziemlich parallel gelagert sind und in benachbarten Zellen genau an derselben Stelle ansitzen, so gewährt die Flächenansicht der Kapselwand, bei welcher immer nur das der zugekehrten Zellwand anliegende Stück des Ringes sichtbar ist, das Bild, als liefen ununterbrochene, parallele, braune Verdickungsstreifen auf der ganzen Kapselwand dahin. Noch auffälliger wird das Bild, namentlich bei Peltolepis, im oberen Theil der Wand, wo die regelmässige Lagerung der Zellen aufhört und eine regellose Anordnung derselben Platz greift und dadurch dann die Streifen vielfach hin- und hergebogen werden.

Auf dem Boden der Kapsel greifen die Verdickungsringe 1—2 Zellschichten tief. Ziemlich auffällig ist bei Peltolepis und Clevea die Besetzung des Bodens mit einer Anzahl grosser, zapfenförmiger Zellen, die mit brauner Wandung und einer Anzahl sehr dicht gestellter Spiralbänder oder Ringe versehen sind und oft zu ganzen Gruppen zusammentreten. Ein Festhaften von Elateren an denselben liess sich an dem zugänglichen Herbarmaterial nicht mehr feststellen, ist aber als wahrscheinlich anzunehmen.

Sauteria.

Ausser Exormotheca ist Sauteria die einzige Gattung, welche durchgehends mit echten Halbringfasern in sämmtlichen Zellen ihrer Kapselwand versehen ist. Im mittleren und unteren Theil der Wand kommen 4—6 auf die Zelle; mit der Annäherung an den Scheitel werden die Zellen etwas kürzer und haben dann nur je 2—3 Halbringfasern. Verzweigungen der Ringe kommen fast in jeder Zelle vor, hin und wieder treten statt der Halbringe Spiralfasern auf.

Das Aufspringen zeigt von dem typischen Verhalten der mit Ringfasern versehenen Marchantieen durchaus keine Abweichung. Die 4—6 Lappen, in welche die Wand zerreisst, sind unregelmässig, oft von ungleicher Breite und haben zackige Ränder, von frühzeitig angelegten Trennungslinien ist keine Rede. Die einzelnen Lappen sind hier entsprechend der geringen Ausdehnung des Deckelstückes nicht so stark an der Spitze abgestumpft, wie in den meisten Fällen.

Bischoff[1]) gibt über das Aufspringen an: „sporangium plerumque quidem subaequaliter quadripartitum, fere quadrivalve dicendum", fügt dann allerdings noch hinzu: „sed et valvis inaequalibus quattuor, imo sex occurrit". Gegen die erstere Angabe wendet sich Leitgeb[2]) bei der Besprechung der Astroporen, indem er eingehend den Unterschied zwischen dem Aufspringen bei den Jungermanniaceen und den Marchantieen darlegt und betont, dass Sauteria von dem gewöhnlichen Verhalten der letzteren durchaus keine Ausnahme macht.

Für Sauteria liegt auch eine Angabe vor, die Elateren betreffend, die meine Vermuthung, dass bei den Astroporen eine Anzahl derselben auf dem Boden des Sporogons beim Aufspringen haften bleiben könne, bestätigt. Bischoff[3]) schreibt nämlich darüber: „elateres numerosissimi in fundo sporangii affixi". Die beigegebene Abbildung scheint mir allerdings die Zahl der Elateren bedeutend zu übertreiben; ich vermuthe, dass es sich wie bei Fegatella nicht um „elateres numerosissimi" sondern vielleicht um einige Dutzend Elateren handelt.

Exormotheca.

Von Solms-Laubach[4]) wurde vor einiger Zeit eine Exormotheca beschrieben, die er E. pustulosa nennt und die von Teneriffa stammt. In Bezug auf den Bau der Kapsel gibt er Folgendes an.

„Die polygonalen Zellen der Kapselwand enthalten gelbbraune, U-förmige, oft netzartig verbundene Verdickungsfasern, deren offene Seite nach Aussen gekehrt ist, die Zellen des Kapselbodens besitzen etwas zartere, aber vollkommen geschlossene Verdickungsringe. Den Scheitel der Kapsel nimmt das durch eine nicht ganz regelmässige Kreislinie begrenzte, von etwas weiteren Zellen gebildete Operculum ein, dessen Verdickungsleisten nicht zahlreicher und nicht breiter sind, als an der Seitenwand, weswegen sie bei dem grösseren Durchmesser der Zellen viel lichter und lockerer gestellt erscheinen. . . Die Elateren zeigen wenig Besonderes. . . Eine kleine Anzahl ihnen ähnlicher Zellen hängt wie bei den Cleveïden der Innenseite des Operculums an."

Eine Exormotheca Holsti aus dem hiesigen Staatsherbar, die ich untersuchte, zeigte ähnliche Verhältnisse. Die Verdickungsleisten waren sehr stark dunkelbraun gefärbt und sehr dicht gestellt, so dass ein Bleichen der Kapselwand mit Javell'scher Lauge nöthig war, um über ihren Verlauf ins Reine zu kommen. Die Halbringfasern waren auf der Aussenwand, auf welche sie mit einer Art Fuss übergriffen, scharf unterbrochen und lagen zu zwei oder drei in einer Zelle regellos orientirt. Meist waren sie verzweigt oder auf der Innenwand netzartig unter einander verbunden und liefen von dort an sämmtlichen Seitenwänden entlang bis auf die nach aussen gekehrte Wand der Zelle. In diesem Fall erinnert das Bild, das sie in der Flächenansicht gewähren, an die sog. Sternzellen mancher Antheren, wie sie Steinbrinck[5]) abbildet.

1) Bischoff, l. c. pag. 1017.

2) Leitgeb, l. c. Heft VI pag. 74.

3) Bischoff, l. c. pag. 1017, Tab. LXVIII, Fig. 26, 27.

4) Solms-Laubach, Ueber Exormotheca Mitten. Botanische Zeitung 1897, Fig. 10, 11, 14 Taf. I.

5) Steinbrinck, Grundzüge d. Oeffnungsmechanik von Blüthenstaub und einigen Sporenbehältern. Botanish Jaarboek VII, Gent 1895, pag. 318.

An den schon aufgesprungenen Kapseln, die ich besass, fehlte der Scheiteltheil grösstentheils. Aber aus den Resten desselben sowie aus den Abbildungen, die Solms gibt, geht deutlich hervor, dass wir es hier nicht mit einem wirklichen Operculum, sondern mit einem Deckelstück, wie es etwa bei den Astroporen oder bei Targionia entwickelt ist, zu thun haben.

Targionia.

Die Wandzellen der fast kugeligen, kurzgestielten Kapsel sind ziemlich kurz, oft fast polygonal, namentlich im oberen Theil der Wand. Sie sind nicht, wie sonst meist der Fall, in regelmässigen Längsreihen angeordnet, sondern ganz unregelmässig gelagert. Auch die Orientirung der Ringfasern ist eine unregelmässige, meist sind sie quer zur Längsachse der Zelle gestellt, oft aber verlaufen sie auch in derselben oder schief zu ihr. Die Ringe sind vielfach verzweigt und im Vergleich zu denen der übrigen hierher gehörigen Formen sehr schwach, oft auch unvollständig, indem sie auf der Innen- und Aussenwand der Zelle ganz oder theilweise aussetzen, besonders in der unteren Hälfte der Kapsel. Im Allgemeinen lässt sich eine Zunahme in der Dicke der Ringfasern von unten nach oben feststellen.

Das Deckelstück ist gekennzeichnet durch die sehr weitlumigen Zellen der Wandschicht im Scheiteltheil der Kapsel, sowie durch eine grosse Anzahl von länglichen oder rundlichen, schlauchartigen Zellen, die ohne bestimmte Anordnung und ohne sich zu einer besonderen Schicht zusammenzuschliessen, der Innenseite der Kapselwand hier angewachsen sind. Sie sind fast durchgehends mit einer oder mit mehreren Spiralfasern, seltener mit Ringfasern versehen. Dazwischen sind einige Elateren festgewachsen, von denen auffallend viele verzweigt sind.

Das Aufspringen findet nach Leitgeb[1]) statt durch unregelmässiges Zerreissen der Kapselwand. Eine directe Beobachtung des Vorganges ist mir nicht gelungen. Hat man glücklich die Hülle entfernt ohne die Kapsel zu verletzen, so stellt sich meist heraus, dass letztere noch nicht ganz reif ist; eine wirklich reife, dem Aufspringen nahe Kapsel aus der Hülle heraus zu präpariren ist fast unmöglich, da die geringste Berührung genügt, um die Wand zum Reissen zu bringen. Nach dem Bau der Wand und dem Aussehen der Wandreste der aufgesprungenen Kapsel muss aber hier ebenso wie bei den übrigen Formen der Gruppe ein Zerfall des Deckelstücks und darauf ein Zerreissen der Wand in Zähne oder Lappen stattfinden, die nur deshalb ausserordentlich unregelmässig ausfallen, weil die Zellen der Wand nicht in regelmässigen Längsreihen angeordnet sind.

II. Gruppe: Operculaten.[2]) Mit angulären Verdickungen in der oberen Hälfte der Kapselwand.

Von dieser Gruppe konnte ich das Verhalten des Sporogons bei sämmtlichen Gattungen an lebendem Material verfolgen.

---

1) Leitgeb, l. c. Heft VI pag. 44.

2) Der Name Operculaten erscheint nicht sehr glücklich gewählt, indem von den fünf hierhergerechneten Gattungen nur dreien ein wirkliches Operculum zukommt, ein solches aber auch sonst bei vier zu ganz anderen Gruppen gehörigen Gattungen vorkommt.

Die annähernd kugeligen Kapseln der Operculaten sind zur Zeit der Reife nicht mehr von der Calyptra umhüllt, da letztere ihr Wachsthum ziemlich früh einstellt und dann von dem weiterwachsenden Sporogon gesprengt wird. Bei der Reife umgibt sie den unteren Theil des Sporogons als geschrumpfte, häutige, höchstens $^1/_3$ der Kapsellänge erreichende Hülle. Nur bei Plagiochasma bleibt sie etwas länger erhalten, wird aber auch hier schon einige Zeit vor der Reife zerrissen.

Verglichen mit den Compositen und Astroporen fällt bei den hier beschriebenen Gattungen die geringe Ausbildeng der mechanischen Elemente auf. Nur bei Reboulia, Plagiochasma und Fimbriaria finden wir eigentliche Verdickungsleisten, die besonders im oberen Drittel der Kapselwand entwickelt sind und allmählich nach dem Kapselgrunde zu abnehmen. Sie sind nur den zur Kapselwand senkrecht stehenden Kanten der Wandzellen angelagert und im Gegensatz zu den stark gebräunten Ringfasern der ersten Gruppe fast glashell. Bei Duvalia und Grimaldia sind diese angulären Verdickungen nur sehr schwach und nicht als eigentliche Leisten entwickelt; als Ersatz finden wir hier eine gleichmässige Verstärkung und Braunfärbung der senkrecht zur Kapseloberfläche gerichteten Zellwände. Diese beiden Gattungen bilden auch durch die scharfe Abgrenzung des mechanisch verstärkten Theils der Kapselwand gegen den aus dünnwandigen Zellen bestehenden unteren Theil einen Gegensatz zu den zuerst angeführten Gattungen.

Das Deckelstück der Operculaten ist nur schwach entwickelt (Fig. 4, 5). Die Zahl der der eigentlichen Kapselwand angelagerten Schichten, welche stets aus kleinen, dünnwandigen Zellen ohne jede Wandverdickung bestehen, ist gering; nur bei Reboulia steigt sie bis vier oder fünf. Bei Fimbriaria finden sich nur einzelne der Kapselwand im Scheitel anhaftende rundliche Zellen.

Auf dem Boden der Kapsel finden sich bei den hierher gehörenden Gattungen festsitzende Elateren nur in sehr geringer Anzahl.

Bei den Operculaten betheiligt sich die Kapselwand soweit sie freiliegt bis fast zur vollständigen Reife an der Assimilation. Selbst nach der Dunkelfärbung des Kapselinhaltes sind ihre Zellen reichlich mit Chlorophyll versehen, wodurch die schon fast reife Kapsel einen grünlichen Schimmer erhält.

Bezüglich des Aufspringens sei hier auf das bei den einzelnen Gattungen Gesagte hingewiesen.

Duvalia und Grimaldia.

Die Wand des kugeligen, auf schwachem, kurzem Stiel mit ziemlich mächtigem Bulbus aufsitzenden Sporogons besteht in der Mitte aus polygonalen, im Scheitel fast cubischen, nach unten zu aus mehr in die Länge gezogenen Zellen.

Auf der Grenze zwischen den hellen, zartwandigen Zellen des unteren Theils der Kapselwand und den braunen Zellen des Deckels liegt, rings um die Kapsel herumlaufend, eine schmale Zone von etwa 3—4 Zellen Breite, deren Zellen in mancher Beziehung von den übrigen Wandzellen abweichen.[1]) Sie sind nämlich auffallend eng, ihre Wände sehr zart und hell. Ihre senkrecht zur Kapselwandfläche gerichteten Wände zeigen da, wo die Trennung später erfolgen soll, jenes auffallende Speichervermögen für Farbstoffe, welches für die in den Trennungslinien liegenden Zellwände so charakteristisch ist (Fig. 13).

Fig. 13. Duvalia rupestris. Ansatz des Operculums auf einem Längsschnitt durch das ganze Sporogon. *t t* die Stelle der Trennungsnaht, wo das Abreissen stattfinden wird. (100/1.)

Der flache Scheitel der Kapsel ist nur in geringer Ausdehnung durch etwa zwei Lagen von Zellen mit leicht gebräunten Wänden verstärkt und stellt das Deckelstück dar (Fig. 5).

Beim Aufspringen löst sich der aus gebräunten Zellen bestehende Theil der Kapselwand auf der oben beschriebenen vorgebildeten Trennungsnaht als runder Deckel los; der Rest der Kapsel bleibt als Urne erhalten. Da das Abreissen in wechselnder Höhe der Trennungszone stattfindet, ist der Rand des Deckels nicht ganz glatt, sondern schwach gezackt, wobei die Zacken hauptsächlich durch die in grösserer oder geringerer Anzahl anhaftenden hellen kleinen Zellen der Trennungszone gebildet werden, die sich von den dunkeln Zellen des Operculums scharf abheben. Dementsprechend ist auch die Auszackung der zurückbleibenden Urne ebenfalls nur schwach, im Gegensatz zu dem viel gröber gezackten Rande der Urnen von Plagiochasma und Reboulia.

Reboulia und Plagiochasma.

a) Reboulia. Das Sporogon sitzt mit fast unmerklichem Stiel auf einem kleinen Bulbus auf. Die Wandzellen sind wie bei allen Operculaten polygonal, im unteren Theil der Kapsel mehr gestreckt, im Scheitel kürzer. Die Verdickungsleisten sind glashell und angulär gestellt und nehmen vom Scheitel, wo sie am stärksten sind, nach unten allmählich ab. Gegen den Grund des Sporogons macht sich eine zunehmende Bräunung der Zellwände bemerkbar; an der Ansatzstelle des Stieles (von einem Sporogonboden kann man bei den kugeligen Kapseln der Operculaten nicht gut reden) finden sich einige wenige festgewachsene Elateren und elaterenähnliche mit vielen Spiralbändern versehene Schläuche.

---

1) Die abweichende Gestaltung der Zellen an dieser Stelle wird meines Wissens nur von Nees v. Esenbeck (Naturgeschichte der europ. Lebermoose) erwähnt und zwar für Duvalia. Er sagt: „Da, wo die Quernaht liegt, werden die Zellen englumiger und dichtwandiger, es scheint sich hier noch eine Schicht noch kleinerer, rundlicher Zellen zwischen die anderen im Kreise einzuschieben.“

Das Deckelstück ist bei Reboulia etwas vorgewölbt; es sind hier der Kapselwand etwa fünf unregelmässige Lagen kleiner, dünnwandiger Zellen angelagert. Bei der reifen Kapsel sind diese Zellen vollkommen inhaltsleer und sehr locker aneinander gefügt. Die periphere Schicht des Deckelstückes, deren Innen- und Aussenwände deutlich verstärkt sind, ist gegen die inneren Schichten bis auf die wenigen unmittelbar unter dem Scheitelpunkt der Kapsel gelegenen Zellen scharf abgegrenzt.

b) Plagiochasma. Das Sporogon verhält sich, was den Bau der Wand und die Ausbildung und Vertheilung der Verdickungen anbetrifft, genau wie das von Reboulia. Die periphere Schicht des Deckelstückes hebt sich auch hier gegen die nach Innen angelagerte Zellmasse, die bei Plagiochasma jedoch höchstens 2—3 Schichten dick ist, ziemlich scharf ab.

Das Aufspringen geht bei beiden Arten ganz gleichmässig vor sich. Wie bekannt, zerfällt das obere Drittel der Kapsel in unregelmässige Stücke. Die Unregelmässigkeit der Stücke ist aber durchaus nicht so gross, als man auf den ersten Blick meinen könnte. Wir haben vielmehr hier eine merkwürdige Parallele zu dem Oeffnungsmodus, wie ihn Leitgeb[1]) für die Gattung Fossombronia beschreibt.

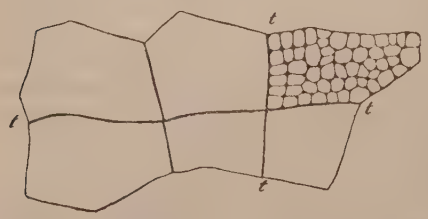


Fig. 14. Plagiochasma Aitonia. Stück der reifen Kapselwand. *t t* Trennungslinien der Platten, in welche die Wand bei der Reife zerfällt.

Die Platten, in welche die Wand zerfällt (Fig. 14), sind nämlich auch bei Plagiochasma und Reboulia von ziemlich gleicher Grösse, nur dadurch, dass öfter mehrere derselben mehr oder weniger fest mit einander verbunden bleiben, erhalten die Trümmerstücke der Kapselwand wechselnde Gestalt und Grösse. Nach dem Verlauf der Trennungslinien der einzelnen Platten, welche schon in einer Flächenansicht der Kapselwand deutlich hervortreten, müssen, ebenso wie Leitgeb (l. c.) für Fossombronia angibt, die Platten „den in einem mittleren Embryonalstadium die Wand des jungen Sporogons zusammensetzenden Oberflächenzellen entsprechen". Auch auf einem Längsschnitt durch die Kapselwand treten diese Trennungslinien durch das Verhalten der in ihnen liegenden Zellwände gegen Farbstoffe, sowie durch die schräge Stellung derselben zur Kapseloberfläche, wie auch die Randzellen der losgelösten Zellplatten eine schräge Stellung ihrer in den Trennungslinien gelegenen Wände erkennen lassen. (Vgl. auch Fig. 4.)

Der untere Theil der Kapsel bleibt, da hier Trennungslinien fehlen, als Urne mit ziemlich stark und unregelmässig gezacktem Rande erhalten. Die einzelnen Zacken entsprechen immer einer Zellplatte.

Das Aufspringen der Kapsel, wobei das mehrschichtige Deckelstück entsprechend den an seiner Grenze verlaufenden Trennungslinien ziemlich als Ganzes abgeworfen wird, beginnt durchaus nicht immer in der Nähe des Scheitels; im Gegentheil, in der Mehrzahl der Fälle bildet sich der erste Riss an einer beliebigen Stelle der Seitenwand.

---

1) Leitgeb, l. c. Heft III pag. 116.

Fimbriaria.

Die Wandzellen der Fimbriariakapsel zeigen eine gleichmässige Bräunung ihrer Wände, die im Scheitel am hellsten ist und mit der Annäherung an den Grund des Sporogons stark zunimmt. Die angulären, glashellen Verdickungsleisten sind am stärksten im Scheitel entwickelt und nehmen von da nach dem unteren Theil der Sporogonwand allmählich ab, bis sie in den untersten Zelllagen ganz verschwinden, ohne dass sich eine scharfe Grenze ziehen liesse zwischen den Zellen mit Verdickungen und den unverdickten.

Im Grunde des Sporogons sind die Zellwände stark gebräunt, fast undurchsichtig. Auf dem Boden des Sporogons festsitzend bemerkt man zwischen wenigen Elateren eine Anzahl Zellen, theils nur mit sehr stark gebräunter Wandung, theils mit Spiralbändern versehen, die in ihrer Gestalt alle Uebergänge zwischen Elateren und unförmigen, dicken Schläuchen darstellen. Einzelne liegen ganz zusammengefallen der Länge nach als undeutliche braune Streifen der Kapselwand an.

Im Scheiteltheil der Kapselwand sind bei dieser Art von den bei allen Marchantieen angelagerten Schichten nur noch Spuren in Gestalt weniger, vereinzelter Zellen mit stark gebräunten Wänden vorhanden. Einzelne derselben gleichen ganz den Elateren, nur haben sie statt der Spiralbänder gleichmässig verdickte Wände.

Der Vorgang bei der Oeffnung der Kapsel zeigt Anklänge an beide für die Operculaten oben beschriebene Typen. Wie bei Duvalia und Grimaldia wird das obere Drittel der Wand als Deckel abgeworfen, der aber entsprechend dem Fehlen einer vorgebildeten Trennungsnaht sehr unregelmässig ausfällt und eine stark gezackte, ganz an Plagiochasma erinnernde Urne zurücklässt. Ausserdem lösen sich sowohl vom Deckel- als auch vom Urnenrande eine Anzahl viereckiger Zellplatten los, die ganz den bei Plagiochasma beschriebenen gleichen in Bezug auf Gestalt, Grösse und Ausgestaltung ihrer Ränder, und die wohl auch auf das Oberflächenzellnetz eines mittleren Embryonalstadiums des Sporogons zurückzuführen sind.

Das Sporogon von Fimbriaria zeigt in Bezug auf Gestalt, Ausbildung von Stiel und Fuss, Art und Vertheilung der Verdickungsleisten eine ausserordentliche Annäherung an Plagiochasma, der sie auch in der Art des Aufspringens näher steht als den beiden Gattungen Duvalia und Grimaldia.

III. Gruppe: Lunularia.

Lunularia, die auch sonst eine eigenartige Stellung einnimmt, ist die einzige Gattung unter den Marchantieen, welcher Verdickungsleisten in den Zellen ihrer Kapselwand vollständig fehlen. Die Wandzellen sind länglich, im Querschnitt fast quadratisch, mit glatten, dünnen, goldgelb gefärbten Wänden; Radialwände und Innenwände sind etwas stärker und zeigen eine ganz leichte Bräunung. Das reife, noch geschlossene Sporogon sieht jedoch nicht wie z. B. das von Marchantia polymorpha gelb aus, sondern braun, da wegen der Durchsichtigkeit der Wandung die dunkelbraune Färbung des Inhaltes zur Geltung kommt.

Der Grund des Sporogons ist ganz glatt und zeigt keine Spur von jenen elaterenträgerartigen Zellen und festsitzenden Elateren, wie sie sonst bei den Compositen, zu denen ja Lunularia auch gestellt wird, vorkommen.

Am Scheitel bemerkt man eine kleine Gruppe von Zellen in Gestalt eines

dreischichtigen Deckelchens mit ebenfalls ganz glatten, etwas stärker gebräunten Wänden. Ueber den Bau dieses Gebildes gibt ein medianer Längsschnitt durch die Kapsel den besten Aufschluss (Fig. 3). Der linsenförmige Deckel, der hierbei im Querschnitt getroffen wird, besteht aus drei Zellschichten, von denen die mittlere jedoch nicht bis zum Rande reicht, sondern zwischen den beiden Aussenschichten auskeilt. Die obere und untere Schicht haben je acht Zellen im Durchmesser, bei der mittleren ist die Zahl geringer und wechselnd.

Der Deckel ist genau genommen nicht rund, sondern achteckig. An der geschlossenen Kapsel ist er so orientirt, dass er mit den zugespitzten Ecken (keilförmig) zwischen die Spitzen der acht Klappen, mit denen das Sporogon aufspringt, hineingreift (Taf. XII Fig. 2). Zwischen den Ecken sitzen immer in der Mitte einer Seite acht weitere kleine Zähnchen, die in entsprechende kleine Einkerbungen an den Spitzen der Klappen passen. Die Seiten des Achtecks sind nicht ganz gerade, sondern schwach concav nach der Mitte eingebogen, entsprechend den rundlich abgestumpften Klappenspitzen.

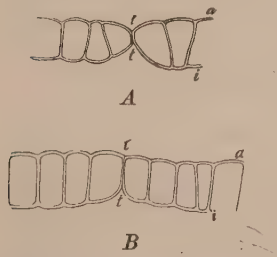


Fig. 15. Lunularia vulgaris. Wand des fast reifen, quergeschnittenen Sporogons. *a* Aussen-, *i* Innenseite der Wand; *t t* Trennungslinie: *A* der Klappen I. Ordn., *B* II. Ordn. (200/1.)

An der geschlossenen Kapsel sind die Trennungslinien der Klappen nicht zu bemerken. Auf einem Querschnitt durch das Sporogon, am besten noch vor der Reife, wird man sie jedoch nach einigem Suchen immer finden. An den Trennungslinien I. Ordnung, welche zuerst aufreissen, scheint die Verbindung der anliegenden Zellen der Kapselwand lockerer zu sein als an den später aufreissenden.

Die Orientirung des Deckels zu den Trennungslinien lässt sich leicht feststellen in dem Fall, dass er nach dem Aufspringen an einer der Klappen festsitzen bleibt. Aus dem Verlauf der beiden Zellwände, durch welche in den ersten Entwickelungsstadien des Sporogons die primäre Quadrantenbildung (im oberen Stockwerk) stattfand, und welche zuweilen an dem fertigen Deckel noch zu erkennen sind, ist mit Sicherheit nachzuweisen, dass bei Lunularia die Trennungslinien der Klappen I. Ordnung, genau wie bei den Jungermanniaceen, der Lage der Hauptwände entsprechen.

Die erste und einzige Erwähnung des Lunularia-Deckels in der Litteratur findet sich bei Leitgeb[1]), der ihn vergleicht „mit den ähnlichen deckelartigen Bildungen, wie sie bei den übrigen Marchantiaceen (Fimbriaria, Cyathodium) vorkommen". Diesen Vergleich kann man für Cyathodium wohl gelten lassen, dessen Kapsel ja überhaupt nach demselben Plan (kleines, dreischichtiges Deckelchen und acht vorgebildete Klappen), wie die der Lunularia gebaut ist, bei Fimbriaria liegt aber, wie schon weiter oben ausgeführt, die Sache wesentlich anders.

Wohl bei keiner anderen Gattung sind so viele widersprechende und unrichtige Angaben über das Aufspringen des Sporogons vorhanden wie gerade für Lunularia, was wohl damit zusammenhängt, dass die wenigsten Autoren Gelegenheit hatten, selbst die Verhältnisse in natura zu untersuchen und deshalb immer auf die Schilderungen ihrer Vorgänger zurückgreifen mussten. Nach den überein-

1) Leitgeb, l. c. Heft VI, pag. 102.

stimmenden Angaben vieler Beobachter[1]), wie Micheli, Dillen, Raddi, Savi u. A. m. scheint die Art in ihrer Heimat äusserst selten mit reifen Fruchtköpfen angetroffen zu werden und bei uns fructificirt sie trotz massenhafter Verbreitung in Gewächshäusern, Gärtnereien etc. überhaupt nicht, weil bei uns nur ♀ Exemplare dieser diöcischen Pflanze vorkommen.

Die erste Schilderung des Aufspringens der Lunularia-Kapsel stammt von Micheli[2]). Aus dieser Schilderung haben die meisten Autoren mittelbar oder unmittelbar geschöpft, und so werden die unrichtigen Angaben Micheli's zur Quelle zahlloser Irrthümer. Nach Micheli sollen nämlich die Elateren beim Aufspringen an den Spitzen der Klappen pinselartig hängen bleiben. Er findet für diese Angaben bald einen Gegner in Dillen[3]), der auch eine Abbildung, allerdings etwas undeutlich, eines geöffneten Sporogons gibt, bei der die Klappenspitzen auch ohne die Micheli'schen Elaterenbüschel gezeichnet sind. Bischoff[4]), der das Aufspringen nicht selbst hat beobachten können, findet die Dillen'sche Schilderung nicht recht glaubwürdig und zieht Micheli's Beschreibung vor. Unter seinen, die Lunularia darstellenden Figuren befindet sich auch ein Fruchtkopf mit vier aufgesprungenen Sporogonen, bei denen die Elateren pinselartig den Klappenspitzen aufsitzen. Von dieser Abbildung sagt er wörtlich: „Ich habe einen Fruchtkopf dargestellt (Taf. LXVII Fig. 19), wie sich derselbe nach Micheli's Angabe von der unteren Seite vergrössert ausnehmen würde". Ausdrücklich fügt er dann hinzu: „Es mögen spätere Beobachtungen an lebenden Pflanzen entscheiden, ob Micheli's oder Dillen's Darstellung die richtige sey". Diese Abbildung hat viel dazu beigetragen, den Irrthum zu verbreiten, als sei die Frage, wie die Kapsel eigentlich aufspringt, schon entschieden. Erst in neuester Zeit hat Goebel[5]) wieder darauf hingewiesen, dass dem nicht so ist: „Darnach (d. h. nach der Beschreibung Micheli's), nicht nach der Natur, ist auch seine Abbildung entworfen, welche spätere Autoren dann ohne Weiteres als Beobachtungsresultat betrachteten und copirten".

Die Uebereinstimmung im Aufspringen der Lunularia-Kapsel mit den Jungermanniaceen hat Bischoff aber schon richtig erkannt, wenn ihm auch die Existenz eines Deckels verborgen blieb.

Die Synopsis Hepaticarum[6]) spricht wieder ausdrücklich von an den Klappenspitzen anhaftenden Elateren: „Elateres decidui, paucis in valvarum apice residuis." Auch Nees v. Esenbeck[7]) gibt an, dass die Schleudern lange an den Enden der Klappen haften bleiben und sich hier pinselförmig aufrichten sollen.

Leitgeb erwähnt über das Verhalten der Elateren nichts; in Bezug auf das Aufspringen gibt er als erster an, dass der Vorgang durch Loslösung eines

---

1) Bischoff, l. c. pag. 1012.

2) Micheli, Nova genera plantarum 1729.

3) Dillen, Historia muscorum. Oxon. 1741, pag. 521.

4) Bischoff, l. c. pag. 1011.

5) Goebel, Function und Anlegung der Lebermooselateren. Flora 1895 pag. 33.

6) Synopsis Hepaticarum. Gottsche, Lindenberg et Nees ab Esenbeck. Hamburg 1844.

7) Nees v. Esenbeck, Naturgesch. d. europ. Lebermoose.

Deckels eingeleitet wird, ohne indess näher auf die Verhältnisse einzugehen. Seine Angabe scheint aber gänzlich unbeachtet geblieben zu sein. Auch Schiffner[1]) muss sie entgangen sein, der nur angibt: „Kapsel mit vier Klappen sich öffnend" und dazu die oben erwähnte unrichtige Abbildung aus Bischoff's „Bemerkungen über die Lebermoose" wiedergibt.

Dank der freundlichen Unterstützung des Herrn Prof. Goebel mit Material, das er in Italien gesammelt, war es mir möglich, durch directe Beobachtung des Vorganges an der lebenden Pflanze die oben citirten Angaben zu ergänzen, bezw. zu berichtigen.

Das Aufspringen wird durch das Abheben des sich beim Loslösen concav auf der Aussenseite krümmenden Deckelchens eingeleitet, dann spaltet sich die Kapsel auf den Trennungslinien I. Ordnung bis auf den Grund in vier gleich grosse, glattrandige Klappen (Taf. XII Fig. 1, 2), die ich als die Klappen I. Ordnung bezeichnen möchte, weil sie, wie schon erwähnt, den Scheitelquadranten der jungen Sporogonanlage entsprechen. Dass an den Klappenspitzen ganze Elaterenbüschel oder auch nur einzelne Elateren anhaften sollen, ist ganz unrichtig; bei einer ganzen Anzahl von Sporogonen fand sich nie auch nur der geringste Anhaltspunkt für ein solches Verhalten. Auch Mikrotomschnitte durch fast reife, noch geschlossene Sporogone zeigten, dass ein solches Verhalten gar nicht in Frage kommen kann. Das Deckelchen bleibt meist an der Spitze einer Klappe haften, an den übrigen bemerkt man deutlich die seinen Ecken entsprechenden Einkerbungen. Die Klappen schlagen sich allmählich weit aus einander, ohne sich einzurollen. Mit der Entleerung der Sporen- und Elaterenmasse schreitet dann auch die Austrocknung der Wand fort und die schrumpfenden Klappen spalten sich ebenfalls auf vorgeschriebenen Trennungslinien in je zwei weitere Klappen II. Ordnung. Diese sind oft spiralig gewunden und schlagen sich bei völliger Austrocknung ganz zurück.[2]) Zuweilen unterbleibt auch die weitere Spaltung bei einer oder mehreren Klappen, daher die Angaben über ein Aufspringen mit einer wechselnden Anzahl (6—8) Klappen.

IV. Gruppe: Cyathodium.

Für Cyathodium hat Leitgeb[3]) eine genaue und eingehende Schilderung des Kapselbaues gegeben. Seinen Angaben, auf die hiermit verwiesen sei, habe ich nur wenig hinzuzufügen. Ich fand nicht die obere Hälfte sondern höchstens das obere Drittel der Kapselwand aus Ringfasern bestehend. Auch liefen alle Ringfasern vollkommen um die Zelle herum, keineswegs waren sie aber an der Innenwand unterbrochen, dagegen machte sich auf der Aussenwand zuweilen eine schwächere Ausbildung der Ringe geltend, was namentlich an der Grenze zwischen Ringfaserzellen und glatten Zellen auffiel. Die Innenwände der mit Ringfasern versehenen Zellen zeigten eine ausgesprochene Bräunung und Verdickung. Vom Scheitel nach dem Kapselgrunde zu war eine deutliche Abnahme in der Stärke und Breite der Ringe zu bemerken. Erwähnen möchte ich auch eine Abweichung im Bau des Deckels, die mir mehrmals aufstiess. Ich fand nämlich in einigen Fällen die Aussenschicht des Deckels nicht aus vier sondern aus acht Zellen be-

1) Schiffner, Hepaticae in Engler und Prantl's Natürlichen Pflanzenfamilien, Lfg. 91 pag. 34, Fig. 19 F.

2) Vgl. Bischoff, l. c. Taf. LXVII Fig. 8 *a*, *b*.

3) Leitgeb, l. c. Heft VI pag. 136 ff.

stehend. Ob in diesen Fällen auch eine Verdoppelung der gewöhnlichen Zellenzahl in den beiden übrigen Schichten stattfand, konnte ich nicht unterscheiden.

Beim Aufspringen wird erst das Deckelchen abgeworfen, worauf sich die Kapselwand soweit die Ringfaserzellen reichen in acht Klappen oder besser Zähne spaltet. „Die Bildung dieser Zähne" sagt Leitgeb, „ist jedoch nicht Folge eines zufälligen Zerreissens, sondern hängt ähnlich wie bei den Jungermanniaceen mit bestimmten Theilungsvorgängen in den ersten Entwickelungsstadien zusammen. Es entsprechen die Zähne genau den acht peripherischen Zellen der innersten Schichte des Deckelchens. . . Da nun die Gruppirung dieser Zellen unzweifelhaft auf ihre Entstehung durch Quadranten und Octantentheilung hinweist, so ist es wohl naheliegend, die Zahnbildung auf diese primäre Octantenbildung eines Stockwerkes zurückzuführen".

II. Anakrogyne Jungermanniaceen.

Untersuchte Arten:

Aneura multifida Dum.
„ pinguis Dum.
„ spec. (Java).
Metzgeria furcata N. a. E.
Hymenophyton flabellatum Dum.
„ Phyllanthus Dum.
Blyttia Lyellii Gray.
Symphyogyna sp. (Australien).
„ sinuata M. et N.
Monoclea Forsteri H. K.
Pellia calycina N. a. E.
„ epiphylla N. a. N.
Treubia insignis Goebel.
Blasia pusilla Linn.
Fossombronia pusilla N. a. E.
„ Dumortieri Lindb.
„ caespitiformis N. a. E.
Haplomitrium Hookeri N. a. E.
Calobryum Blumei N. a. E.

Die anakrogynen Jungermanniaceen zeichnen sich aus durch eine überraschende Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit im Bau der Sporogonwand, und es lassen sich bei dieser Abtheilung eine ganze Anzahl von Typen unterscheiden. Ein einheitlicher Typus wie bei den foliosen Jungermanniaceen existirt nicht; nicht ein Merkmal findet sich, das wirklich für alle hierhergehörigen Gattungen Geltung hätte. Während die Kapselwand der foliosen Jungermanniaceen ohne Ausnahme mehrschichtig ist, die der Marchantiaceen stets einschichtig,

finden wir bei den anakrogynen Jungermanniaceen ein- und mehrschichtige Wandungen. Auch die Zahl der ausgebildeten Trennungslinien, die Vertheilung und Ausbildung der Wandverdickungen liefern kein einheitliches Merkmal für die Abtheilung.

Die hierhergehörigen Formen weichen in vieler Beziehung von den übrigen Lebermoosen ab. Ich denke hierbei namentlich an die Längsorientirung der Ringfasern der Wandzellen bei Haplomitrium und Calobryum, die horizontale Stellung der Monoclea-Kapsel, das Aufspringen durch Längsrisse, indem die Kapselklappen an der Spitze zusammenhängen, wie es bei mehreren Gattungen vorkommt. Auch die Elaterenträger, wie sie bei Pellia, Aneura u. A. m. vorkommen, sind dieser Gruppe eigenthümlich.

Die Sporogonwand ist ein- bis vierschichtig. Eine wirklich einschichtige Wand fand ich nur bei Monoclea, Calobryum und Haplomitrium; in anderen Fällen, wo die Beschreibungen stets eine einschichtige Wand angeben, zeigte sich, dass die Einschichtigkeit nur mit gewissen Einschränkungen zutrifft. Bei den mehrschichtigen Sporogonwandungen sind entweder die Wandzellen der Aussenschicht unverdickt (nur Treubia und Fossombronia) oder umgekehrt, die Verdickungen sind auf die Zellen der Aussenwand beschränkt, oder es sind drittens alle Schichten mit Verdickungen ausgestattet. Im letzteren Falle ist die Ausbildung der Verdickungen in der Aussenschicht stets eine andere wie in den inneren Schichten.

In der Stellung der Wandverdickungen, die als Ringfasern, als Halbringfasern, als Leisten oder als mehr oder minder gleichmässige Verdickung einzelner Wände auftreten, zeigt sich derselbe Grundplan wie bei den akrogynen Jungermanniaceen. Stets sind vorwiegend die Radialwände und Innenwände verdickt. Bei den Gattungen, welche Verdickungen in den Zellen der Aussenschicht und Innenschicht aufweisen, sind die der Aussenschicht stets auf die Radialwände der Zellen beschränkt, während die Innenschicht mit nach Aussen offenen Halbringfasern ausgestattet ist. Symphyogyna, Blyttia und Hymenophyton Phyllanthus gehören sowohl nach ihrem Aufspringen als auch nach der Ausbildung ihrer Wandverdickungen zusammen; die Radialwände der Aussenschicht (die für das Aufspringen allein in Betracht kommt) sind gleichmässig verdickt und gebräunt, meist greift die Verdickung noch etwas auf die Innenwand über. Aehnlich verhalten sich Hymenophyton flabellatum und Blasia pusilla, bei welchen jedoch die Verdickung der Radialwand unregelmässig streifenförmig ist und namentlich bei Blasia schon einen Uebergang bildet zu den For-

men mit mehreren, der Radialwand der Zellen aufgelagerten Querleisten.

Beim Aufspringen theilt sich gewöhnlich die Wand des Sporogons in vier gleiche Klappen, bei Pellia reichen die Klappen nicht alle bis zum Scheitel, so dass hier nur je zwei und zwei Klappen gleich sind. Bei den Formen mit langcylindrischen Kapseln reisst die Wand mit vier (seltener zwei bis sechs) Längsrissen auf, indem die Kappenspitzen in dem mehrschichtigen Scheiteltheil verbunden bleiben. Die Monoclea-Kapsel öffnet sich in einem Längsriss; ein Verhalten, das Nees v. Esenbeck[1]) auch für Calobryum angibt, bei welchem ich selbst keine Gelegenheit hatte, das Aufspringen zu beobachten. Ein unregelmässiger Zerfall der ganzen Wand in einzelne Platten findet bei Fossombronia statt, nach Leitgeb[2]) auch bei Petalophyllum.

Die Trennungslinien sind viel weniger deutlich wie bei den foliosen Jungermanniaceen und oft schwer aufzufinden, da die in Betracht kommenden Membranen hier nur eine geringe Aufnahmefähigkeit für Farbstoffe besitzen. Ausserdem fehlt meist das kleinzellige Gewebe, von dem bei den foliosen Jungermanniaceen die Trennungslinien regelmässig eingefasst werden. Zuweilen ist dasselbe jedoch wie bei Pellia (Fig. 21) recht deutlich ausgebildet. Nach Leitgeb[3]) scheinen ursprünglich stets vier Trennungslinien angelegt zu sein, sogar bei Monoclea, doch scheinen sie nicht immer den primären Längswänden des Embryos zu entsprechen (z. B. bei Symphyogyna nicht). Bei Blyttia steigert sich die Zahl der Trennungslinien zuweilen bis sechs, doch bilden auch hier vier die Regel.

Unter den untersuchten Arten fanden sich sieben mit Elaterenträgern, zu vier verschiedenen Gattungen gehörend. Zwischen der Art des Aufspringens und dem Vorhandensein oder Fehlen von Elaterenträgern scheint ein gewisser Zusammenhang zu bestehen, indem sich die mit Schleuderträgern versehenen Arten stets mit vier sich weit zurückschlagenden Klappen öffnen, wobei es gleichgiltig ist, ob derselbe scheitelständig oder bodenständig ist, während umgekehrt das Fehlen des Elaterenträgers mit einem Aufspringen auf Längsrissen verbunden zu sein pflegt. Ausnahmen von dieser Regel bilden von den untersuchten Gattungen nur Blasia und Fossombronia, welch letztere ja einen ganz abweichenden Oeffnungsmodus besitzt.

---

1) Nees v. Esenbeck, Enumeratio plantarum cryptogamicarum Javae et insularum adjacent. Fasc. I Hepaticae. Breslau, Grass, Barth u. Co.

2) Leitgeb, l. c. Heft III pag. 133.

3) Leitgeb, l. c. Heft III pag. 28.

Die Bedeutung der Elaterenträger ist nach Goebel[1]) in der Förderung der Sporenaussaat zu suchen.

Die Formen, deren Kapseln sich mittelst Längsrissen öffnen, erreichen dadurch, dass aus den schmalen Rissen nur immer ein geringer Theil des Inhalts auf einmal heraustreten kann, eine allmähliche Ausstreuung ihrer Sporen.

Den inneren, zartwandigen Schichten der Kapselwand, die sich bei den einzelnen hier in Betracht kommenden Gattungen in der reifen Kapsel in verschiedenen Erhaltungszuständen vorfinden, kommt wohl als Hauptfunction die Abgabe von Nährstoffen an das sporogone Gewebe während der Entwickelung der Kapsel zu; eine andere, etwa mechanische Bedeutung können sie bei ihrer Dünnwandigkeit und Hinfälligkeit nicht besitzen. Bei Pellia calycina sind diese Schichten in der reifen Kapsel vollkommen intakt (zuweilen sogar mit einzelnen, ganz schwach verdickten Wänden) und schliessen als glatte Fläche die Kapselwand gegen den Sporenraum ab. In der reifen Blasia-Kapsel sind stets zwei dünnwandige Innenschichten mehr oder minder deutlich erhalten. Bei Blyttia und Symphyogyna finden sich in der Wand des jungen Sporogons ausser der später verdickten und dann die eigentliche Sporogonwand darstellenden Schicht nach Innen noch zwei Lagen ganz dünnwandiger, inhaltsreicher Zellen. Bei Symphyogyna bleibt von diesen beiden Schichten in der reifen Kapsel kaum noch eine Spur erhalten, so dass die Wand stets als einschichtig beschrieben wird; bei Blyttia scheint die der verdickten Wandschicht anliegende erhalten zu bleiben, die innere geht zu Grunde. Das Sporogon der beiden letztgenannten Gattungen besitzt demnach eine Einrichtung, die sich mit der Tapetenschicht in den Sporangien der Pteridophyten und den Antheren der Phanerogamen wohl vergleichen lässt.

Aehnliche Verhältnisse herrschen vermuthlich auch bei Hymenophyton, dessen Sporogon zur Zeit der Reife ausser der die eigentliche Wand bildenden, mit verdickten Zellwänden versehenen Schicht noch eine oder mehrere Lagen dünnwandiger, ganz zusammengefallener Zellen aufweist. Zur Untersuchung der jüngeren Stadien fehlte mir leider geeignetes Material.

Ueber die verschiedenartige Ausbildung der Sporogonwand bei den untersuchten Gattungen gibt folgende Tabelle einen kurzen Ueberblick:

---

1) Goebel, Ueber Function und Anlegung der Lebermooselateren. Flora 1895 pag. 23.

A. Sporogonwand einschichtig.

I. Wandzellen mit je einer längsgestellten Ringfaser:
  a) Kapsel länglich, 4klappig aufspringend:
    Haplomitrium.
  b) Kapsel langcylindrisch, sich mit einem Längsriss öffnend:
    Calobryum.

II. Wandzellen mit netzartig verdickten Radialwänden, Kapsel cylindrisch, horizontal gestellt, sich mit einem Längsriss öffnend:
  Monoclea.

B. Sporogonwand mehrschichtig.

I. Sporogon kugelig, Zellen der Aussenschicht ganz unverdickt:
  a) Zwei bis drei Innenschichten mit Halbringfasern:
    Treubia.
  b) Nur eine Innenschicht mit Verdickungen der Zellwände, Sporogonwand beim Oeffnen unregelmässig zerfallend:
    Fossombronia.

II. Zellen der Aussenschicht mit verschiedenartigen Wandverdickungen:
  a) Sporogon mit Elaterenträger; stets 4klappig aufspringend:
    1. Elaterenträger scheitelständig:
      α) Wand zweischichtig, Zellwände in beiden Schichten verdickt:
        Aneura. Metzgeria.
      β) Verdickungen nur in den Zellen der Aussenschicht, Innenschicht dünnwandig:
        Hymenophyton flabellatum.
    2. Elaterenträger bodenständig, Sporogon kugelig:
      Pellia.
  b) Sporogon ohne Elaterenträger:
    1. Sporogon cylindrisch, sich auf (meist vier) Längsrissen öffnend, indem die Klappenspitzen verbunden bleiben; Zellen der Aussenschicht mit gleichmässig verdickten Radialwänden; Innenschichten nur im jungen Sporogon deutlich entwickelt, später hinfällig:
      Symphyogyna. Blyttia. Hymenophyton Phyllanthus.
    2. Sporogon länglich, 4klappig aufspringend, Zellen der Aussenschicht mit ungleichmässig verdickten Radialwänden:
      Blasia.

Aneura.

Die Wand der Aneura-Kapsel besteht aus ziemlich langgestreckten Zellen und ist zweischichtig. Wir unterscheiden eine Aussenschicht, deren Zellen auf den Radialwänden Verdickungen tragen, und eine Innenschicht, bei welcher hauptsächlich die an den Sporenraum grenzenden Wände der Zellen verdickt sind. Bei Aneura multifida, die ich der Güte des Herrn Dr. Levier in Florenz verdanke, sind die Verdickungen der Radialwände der Aussenschicht als zahlreiche, horizontal gestellte Leisten ausgebildet, die der Innenschicht sind Halbringfasern, welche mit kurzen Füsschen auf die Aussenwand der Zelle übergreifen. Bei einer grossen javanischen Aneura kommt durch die sehr zahlreichen, verzweigten Halbringfasern der Innenschicht eine netzartige Verdickung der Innenwand der Zelle zu Stande. Die Radialwände der Aussenschicht dieser Art wiesen eine Eigenthümlichkeit auf, die ich sonst nicht beobachtet habe. Auf einem Längsschnitt durch das Sporogon täuscht diese Schicht durch die eigenartige Ausbildung der Wandverdickungen ein kleinzelliges Gewebe vor; man glaubt kleine kubische Zellen vor sich zu haben. Erst bei genauerem Zusehen, am leichtesten bei gefärbten Präparaten, erkennt man die wirklichen Zellgrenzen und sieht, dass es sich hier auch um langgestreckte Zellen handelt. Dadurch, dass die sonst einfachen leistenartigen, quergelagerten Verdickungsstreifen durch vertikale, an den Kanten der Zelle verlaufende Bänder verbunden sind, entsteht hier eine leiterförmige Verdickung der Radialwand, deren einzelne Abschnitte leicht Zellen vortäuschen.

Ausgezeichnet sind die Aneura-Sporogone durch den Besitz von scheitelständigen Elaterenträgern, die bei den grosskapseligen Arten einen ziemlichen Umfang erreichen. In den Beschreibungen früherer Autoren[1]) werden die Elaterenträger theilweise als festsitzende Elateren beschrieben. Nees v. Esenbeck[2]) und Gottsche[3]) betrachten sie als Auswüchse der Innenschicht der Kapselwand. Eine genauere Beschreibung dieser Gebilde finden wir erst bei Jack[4]), welcher zuerst die Bezeichnung Elaterenträger oder Schleuderträger einführt. Auch Goebel[5]) hat die Elaterenträger von Aneura untersucht und namentlich ihre Entwickelungsgeschichte klargelegt. Ferner setzt er ihre Bedeutung für die Sporenaussaat aus einander und zeigt, dass sie deutliche Trennungslinien besitzen, zu denen ihre Halbringfasern in bestimmter Weise orientirt sind. Mit Goebel (l. c. pag. 27) möchte ich das Vorhandensein von Elaterenträgern für sämmtliche Aneura-Arten annehmen, auch für A. pinnatifida, bei welcher Gottsche das Vorkommen dieser Gebilde verneint. Da von den Arten (A. multifida, A. pinguis und einer nicht näher bestimmten javanischen Art), welche mir zur Untersuchung vorlagen, die Elaterenträger bereits entweder von Jack oder von Goebel beschrieben worden sind, so beschränke ich mich darauf zu bemerken, dass meine Befunde mit den diesbezüglichen Angaben der genannten Autoren vollkommen übereinstimmen. Das Aufspringen der Kapsel, das mit vier

1) Z. B. Du Mortier, Hepaticae europaeae pag. 141.

2) Nees v. Esenbeck, Naturgesch. d. europ. Lebermoose, Bd. III pag 425.

3) Gottsche, Anatom.-physiolog. Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri. Nova acta acad. Leopold. Carolinae. 1844.

4) Jack, Botan. Zeitung 1877 pag. 83.

5) Goebel, Ueber Function und Anlegung der Lebermooselateren. Flora 1895 pag. 20 ff.

Klappen erfolgt, konnte ich nicht selbst verfolgen und verweise deshalb auf die von Goebel gegebene Schilderung des Vorganges (l. c. pag. 23).

Metzgeria.

Metzgeria schliesst sich im Bau ihrer Kapsel eng an Aneura an. Auch hier ist ein kleiner, aber typisch ausgebildeter Elaterenträger[1]) vorhanden. Die Kapselwand besteht aus zwei Schichten, einer Aussenschicht mit Verdickungsleisten auf den Radialwänden ihrer Zellen und einer inneren Schicht mit Halbringfasern, die nur schwach entwickelt sind und gegen die sehr viel stärkeren der Aussenschicht ganz zurücktreten. Die Verdickungen der Aussenschicht zeigen in der Vertheilung auf die einzelnen Zellen eine bestimmte Anordnung. Auf den in der Trennungslinie liegenden Radialwänden fehlen sie vollständig, sind aber in den zu beiden Seiten der Trennungslinie verlaufenden drei Zellreihen um so stärker entwickelt und auch in grösserer Anzahl vorhanden, als in den mehr der Klappenmitte genäherten Zellen. Sie liegen in diesen drei Zellreihen immer nur den von der Trennungslinie abgekehrten Radialwänden der Zellen, während ihre Vertheilung in den übrigen Zellen wechselt, und greifen mit kurzen Fortsätzen auf Innen- und Aussenwand über. Auf den genau in der Mittellinie der einzelnen Klappen liegenden Radialwänden fehlen die Verdickungen in den Zellen der Aussenschicht wieder ganz.

Das Aufspringen findet statt wie bei Aneura.[2])

Hymenophyton flabellatum.

Die Wand der langcylindrischen Kapsel besteht in der Hauptsache aus der verdickten Aussenschicht, welche auf ihrer Innenseite eine oder zwei Schichten ganz dünnwandiger Zellen trägt. Die ziemlich kurzen Zellen der Aussenschicht sind auf den Radialwänden ungleichmässig verdickt; auf einer die ganze Wand überziehenden, stark gebräunten Verdickungslamelle sind eine Anzahl undeutliche, mit einander verbundene und verschmolzene, quergelagerte Verdickungsleisten angebracht, die sich auch etwas auf der Innenwand der Zelle fortsetzen.

Für H. flabellatum werden meist an den Klappenspitzen festsitzende Elateren angegeben. Aber ebenso wie bei Aneura sitzen die Elateren nicht direkt den Klappenspitzen an, sondern auf einem ausgeprägten Elaterenträger, der im Bau allerdings etwas von demjenigen der Aneura-Arten verschieden ist. Statt des länglichen, cylindrischen, in den Sporenraum hineinragenden Körpers, den wir dort finden, haben wir es hier mit einem dem Scheitel des Sporogons anliegenden, flachen Zellcomplex zu thun, der nur wenige Zellschichten dick ist und mehr an die der Kapselwand im Scheitel angelagerten Schichten bei H. Phyllanthus erinnert. Das kleinzellige Gewebe dieses Gebildes setzt sich deutlich von den weiten Zellen der Kapselwand ab; die Wände der Zellen sind ungleichmässig verdickt und gebräunt. Die Zellen der an den Sporenraum grenzenden Schicht sind zu kurzen, zugespitzten Schläuchen ausgewachsen, deren Wände gleichmässig gebräunt oder mit einer bis mehreren, bald breiten, bald schmäleren Spiralfasern ausgestattet sind. Zwischen diesen Schläuchen ist eine grosse Anzahl sehr langer Elateren festgewachsen. Das Verhalten des Elaterenträgers in der geschlossenen

1) Vgl. Jack, l. c. pag. 83. — Goebel, l. c. pag. 20 ff.

2) Goebel, l. c. pag. 28.

Kapsel konnte ich nicht beobachten, da sämmtliche Sporogone, die ich sah, bereits mit vier bis zum Grunde reichenden, weit aus einander geschlagenen Klappen aufgesprungen waren. Ein Aufrichten der Theilstücke des Elaterenträgers beim Aufspringen ist durch ihre Form natürlich ausgeschlossen, doch führt das aus den mit einander verflochtenen und zusammengedrehten Elateren bestehende, schopfartige Gebilde, das man an den Klappenspitzen findet, meist eine derartige Bewegung aus. Dieser Schopf, der auf den ersten Blick direkt der Klappenspitze anzusitzen scheint, lässt sich leicht wegpräpariren, wobei der Elaterenträger ziemlich intakt zurückbleibt.

In der geschlossenen Kapsel muss die dem Elaterenträger ansitzende Elaterenmasse einen ziemlichen Umfang besitzen und etwa $^1/_3$ der Kapsellänge erreichen. Es ist daher anzunehmen, dass sich im jungen Sporogon ein centraler, steriler Gewebekörper, eine Columella ausbildet, wie sie Goebel für Aneura und Metzgeria nachgewiesen hat und aus welcher dann später die mit dem Elaterenträger verwachsenen Elateren hervorgehen. Die Hauptmasse des Schleuderträgers scheint aus Spaltungen der primären Wandschicht zu entstehen, ob sie auch zum Theil, wie bei H. Phyllanthus, die directe Fortsetzung der beiden, aus dünnwandigen Zellen bestehenden Lagen der Kapselwand bildet, konnte ich an dem mir zugänglichen Material nicht entscheiden.

Auch auf dem Boden der Kapsel findet sich eine Gruppe von Zellen, die man als Elaterenträger bezeichnen könnte, wenngleich es hier nicht zur Bildung eines besonderen Gewebekörpers kommt. Es ist nämlich der Boden bedeckt von einer grossen Anzahl verschieden gestalteter Zellen, an und zwischen denen eine Anzahl Elateren festsitzt. Die Zellen sind meist rundlich mit glatten Wänden, die nur leicht gebräunt sind, oder zapfenförmig, schlauchförmig mit mehreren Spiralfasern, und endlich finden sich auch Zellen, welche sowohl ihrer Form nach als auch nach der Ausstattung mit Spiralfasern alle Uebergänge zwischen den erstgenannten und den eigentlichen Elateren bilden.

Hymenophyton Phyllanthus.

Das cylindrische, bis 3 mm lange Sporogon dieser Art weicht in mancher Beziehung von dem des H. flabellatum ab. Abgesehen von dem Fehlen eines ausgebildeten Elaterenträgers ist die Verdickung der Zellwände der Aussenschicht viel schwächer, die Zellen sind langgestreckt und ihre Radialwände gleichmässig verdickt. Die beiden dünnwandigen Schichten, die den Sporenraum umkleiden, verhalten sich wie bei H. flabellatum, werden aber mit der Annäherung an den Scheitel etwas deutlicher und finden dort ihre directe Fortsetzung in den Schichten der verdickten Wand, die hier bis zu sechs Zelllagen dick wird. Dieser Gewebecomplex, aus ziemlich engen, dünnwandigen, schwach gebräunten Zellen bestehend, erinnert sehr an den Elaterenträger von H. flabellatum. Es sind auch einzelne der an den Sporenraum grenzenden Zellen desselben zu kurzen, zugespitzten Schläuchen ausgewachsen, die in den meisten Fällen glatte, nur leicht gebräunte Wandungen haben, zuweilen aber auch mit deutlichen Spiralbändern ausgestattet sind und sich von den für H. flabellatum beschriebenen Zellen des Elaterenträgers nur durch ihre schwächere Verdickung unterscheiden. Dass an oder zwischen diesen Zellen Elateren festsitzen, konnte ich nie bemerken, eine endgiltige Entscheidung darüber, ob dieser Fall zuweilen vorkommt oder nicht, liess sich an dem mir zugänglichen Herbarmaterial nicht fällen (Fig. 16).

Auch auf dem Grund des Sporogons sitzen eine Anzahl zapfenförmige, gebräunte, zuweilen mit Ringfasern oder Spiralen versehene Zellen auf.

Das Aufspringen der Kapsel erfolgt auf vier Längsrissen, wobei die Klappenspitzen durch den mehrschichtigen Theil der Wand im Scheitel zusammengehalten werden, obgleich auch dieser von den Trennungslinien durchzogen wird (Fig. 16 *tt*).

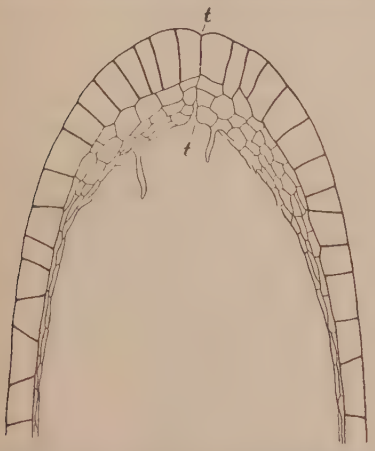


Fig. 16. Hymenophyton Phyllanthus. Längsschnitt durch den Scheiteltheil der reifen Kapsel. *t t* Trennungslinie. (120/1.)

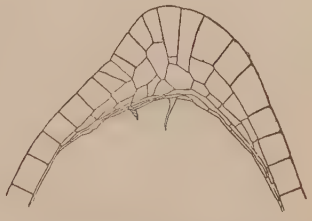


Fig. 17. Symphyogyna sp. Scheiteltheil der längsgeschnittenen reifen Kapsel. (120/1.)

Symphyogyna.

Die Wand des cylindrischen, etwa 3 mm langen Sporogons ist als einschichtig zu bezeichnen, indem von den inneren dünnwandigen Zelllagen, die ursprünglich den Sporenraum begrenzen, an der reifen Kapsel nur noch Spuren nachzuweisen sind. Die Wandverdickung der langen, sehr schmalen Zellen ist wie bei Hymenophyton Phyllanthus auf die Radialwände beschränkt und gleichmässig; die übrigen Wände sind nur leicht gebräunt, auf die Innenwand greift die Verdickung der radialen Wandflächen etwas über.

Die nabelartige Auftreibung der Kapselwand im Scheitel (Fig. 17), welche von Leitgeb[1]) mit der Deckelbildung der Laubmoose verglichen wird, wird in der Hauptsache gebildet von zwei bis drei Schichten weitlumiger Zellen mit mehr oder weniger gebräunten Wänden, die sich von der die eigentliche Kapselwand bildenden verdickten Schicht ableiten. Nach Innen sind diesen noch einige Schichten kleiner, dünnwandiger Zellen angelagert, von welchen eine geringe Anzahl der den Abschluss gegen das Sporogoninnere bildenden Lage zu kurzen, zugespitzten Schläuchen oder Zapfen ausgewachsen sind. Von derartigen Schläuchen finden sich in jedem Sporogon höchstens 5—6; ihre Wände sind dünn, leicht gebräunt und nur selten mit Spiralfasern versehen. Ein Festwachsen von Elateren an denselben findet nicht statt.

Diese inneren Schichten des Scheiteltheils bilden eine Fortsetzung der anfangs erwähnten, die eigentliche Kapselwand innen auskleidenden Zelllagen, die

1) Leitgeb. l. c. Heft III. pag. 79.

beim reifen Sporogon fast nur in der Nähe des Scheitels nachzuweisen sind. An den jüngsten Stadien einer nicht näher bestimmten australischen Art, bei denen das Sporogon noch von der Calyptra umhüllt, Sporen und Elateren schon völlig ausgebildet und gebräunt waren, liessen sich dieselben aber noch auf der ganzen Innenfläche der Wand verfolgen; ihre Zellen waren ganz inhaltsleer mit stark verdrückten und zum Theil aufgelösten Wänden. Jüngere Stadien derselben Art besass ich nicht, wohl aber von S. sinuata. An Querschnitten durch die jungen Sporogone derselben, in welchen eben die Tetradenbildung in den Sporenmutterzellen begonnen hatte, zeigte sich, dass die Wand bei Symphyogyna in der That ursprünglich dreischichtig ist. Ausser den grossen, verhältnissmässig dickwandigen Zellen der Aussenschicht fanden sich noch zwei innere Lagen von englumigen, dünnwandigen, sehr inhaltsreichen Zellen. Da nun für die reife Kapsel von S. sinuata ebenfalls eine einschichtige Wand angegeben wird, so schliesse ich aus den angeführten Thatsachen, dass die in den inneren Wandschichten enthaltenen Stoffe zur ausgiebigeren Ernährung des sporogenen Gewebes bestimmt sind, und dass diese Zellschichten dann, nachdem sie ihren Zweck erfüllt, im buchstäblichsten Sinne des Wortes an die Wand gedrückt werden.

Fig. 18. Symphyogyna sp. Wand des quergeschnittenen reifen Sporogons. *a* Aussen-, *i* Innenseite. (200/1.)

Fig. 19. Symphyogyna sinuata. Wand des quergeschnittenen jungen Sporogons. (200/1.)

Das Aufspringen der Kapsel erfolgt wie bei der vorhergehenden Art, doch scheinen öfters nur zwei Längsrisse gebildet zu werden, obschon immer vier deutlich ausgebildete, durch das Fehlen der Verdickung an den Radialwänden der Zellen gekennzeichnete Trennungslinien vorhanden sind.

Blyttia.

Die Kapselwand ist, wie schon von Leitgeb[1]) angegeben wird, zweischichtig, wenigstens trifft dies insofern zu, als an der schon geöffneten Kapsel ausser der auf den Radialwänden verdickten und gebräunten Zellen bestehenden Aussenschicht noch eine Innenschicht von dünnwandigen Zellen zu erkennen ist. Betrachtet man aber einen Querschnitt durch ein reifes, aber noch nicht aufgesprungenes Sporogon, so fällt sofort auf, dass diese Innenschicht gegen den Sporenraum nicht scharf abgegrenzt ist, sondern sich hier und da zwischen die Sporenmasse hineinzudrängen scheint; zuweilen sind auch einzelne Zellen derselben ganz flach gegen die Aussenschicht angedrückt. Stellenweise ist auch noch eine zweite Schicht ganz gleichartiger Zellen vorhanden, deren Spuren man mit einiger Aufmerksamkeit auch sonst verfolgen kann. An jüngeren Stadien des Sporogons, zur Zeit als etwa die Bildung der Sporentetraden in den Sporenmutterzellen stattfindet, sind deutlich zwei Lagen dünnwandiger Zellen zu erkennen, die noch ziemlich inhaltsreich sind. Die Bedeutung dieser Schichten ist wohl dieselbe wie bei Symphyogyna, mit dem

1) Leitgeb, l. c. Heft III pag. 85.

Unterschied, dass die der Aussenschicht anliegende nach Abgabe ihres Inhalts nicht zusammengedrückt wird, sondern ziemlich vollständig erhalten bleibt.

Das Aufspringen soll bei dieser Gattung regelmässig mit vier Klappen stattfinden. Bei Blyttia Lyellii spricht der ganze Bau der Kapsel mehr für ein Verhalten wie es bei Hymenophyton und Symphyogyna die Regel ist, womit auch Leitgeb's (l. c.) Angabe, dass die sich auf einer Anzahl Längsrisse öffnende Kapsel am Scheitel geschlossen bleibt, übereinstimmt. Von dem Verhalten der übrigen Gattungen abweichend ist die häufig vorkommende Ausbildung von mehr als vier (4—6) Trennungslinien, und das Auftreten einer entsprechenden Anzahl Längsrisse beim Aufspringen.

Blasia.

Die länglich-ellipsoïdische Kapsel ist ausgezeichnet durch den eigenartigen, durch einen Ringwulst vermittelten Ansatz an den Stiel (Fig. 20). Die Kapselwand ist mehrschichtig; die Aussenschicht besteht aus länglichen Zellen mit verdickten Radialwänden; die Zellen der 2—3 inneren Schichten sind flach, polygonal und ganz dünnwandig.

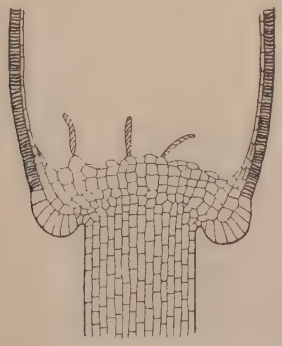


Fig. 20. Blasia pusilla. Längsschnitt durch den unteren Theil des Sporogons, um den Ansatz an den Stiel zu zeigen.

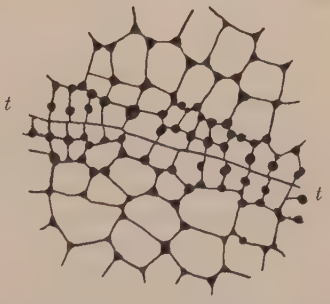


Fig. 21. Pellia epiphylla. Sporogonwand von Aussen gesehen. *t t* Trennungslinie zweier Klappen.

Bei der Aussenschicht sind die Verdickungen hellbraun und als im Querschnitt rundliche Leisten zu 4—6 auf den Radialwänden der Zelle angebracht. Auch auf den zwischen den Verdickungen liegenden Stücken der Wand ist die Membran meist verdickt, und während die Leisten im oberen Theil der Kapselwand einzeln stehen, sind sie im unteren durch die Verdickung der ganzen Radialwand verbunden und zum Theil verschmolzen. Auf die Innenwand greifen die Verdickungen zuweilen etwas über, aber nur wenig; die Aussenwand der Zelle ist ganz unverdickt. Bemerkenswert ist die stärkere Ausbildung der Verdickungen in den beiden Seiten der Trennungslinien liegenden Zellreihen, während sie auf den in der Trennungslinie selbst liegenden Radialwänden fehlen. Auch sonst findet man eine abwechselnd stärkere und schwächere Ausbildung der Verdickungen auf den Radialwänden der die Wand zusammensetzenden Zellreihen, wie sie sonst öfters bei den foliosen Jungermanniaceen vorkommt.

Die Zellen des Kapselbodens besitzen nur sehr schwach verdickte Wände, die des Ringwulstes sind ganz dünnwandig. Auf dem Kapselboden finden sich stets einige elaterenähnliche Schläuche mit gebräunter Wand und Spiralfasern.

Die Kapsel öffnet sich mit vier Klappen. An der geöffneten Kapsel sind die inneren, dünnwandigen Schichten ziemlich verschrumpft.

Pellia.

Die langgestielten, kugeligen Kapseln der Pellia-Arten zeichnen sich unter den übrigen Jungermanniaceen aus durch ihre zuerst von Jack[1])[2]) beschriebenen Elaterenträger, die bei dieser Gattung auf dem Boden der Kapsel angebracht sind, während sie bei allen übrigen Gattungen, wo sie vorkommen, scheitelständig sind. Die Kapseln springen vierklappig auf, von den Klappen reichen aber nur zwei bis zum Scheitelpunkt der Kapsel, wo sich ihre Spitzen gegenseitig abstumpfen. Man könnte also hier unter Umständen von Klappen I. und II. Ordnung reden, indem man die nicht bis zum Scheitelmittelpunkt reichenden als Klappen II. Ordnung bezeichnet. Die geringe Grösse der die Trennungslinien begrenzenden Zellen gegenüber den übrigen Zellen der Kapselwand ist sehr auffallend (Fig. 21, 22), ebenso die Häufung der Verdickungsleisten, die hier bei beiden Arten nicht nur angulär, sondern zuweilen auch mitten auf den Radialwänden angebracht sind. Auf den in der Trennungslinie selbst liegenden Wänden fehlen die Verdickungen wie immer vollständig.

P. calycina. Die Zellen der Aussenschicht sind polygonal, die Verdickungsleisten angulär angebracht, d. h. in den senkrecht zu der Kapseloberfläche stehenden Kanten. Nur an den Trennungslinien stehen sie hin und wieder auch auf den Radialwänden der Zelle. Die innere Schicht der Sporogonwand besteht aus drei Lagen sehr dünnwandiger flacher Zellen, die nur selten eine ganz schwache Verdickung ihrer Radial- oder Innenwände zeigen. Der Elaterenträger besteht hier, im Gegensatz zu P. epiphylla, aus ganz elaterenähnlichen Zellen, welche mit dem Boden der Kapsel fest verwachsen sind. Derselbe wird von Jack (1. pag. 72 f.) folgendermassen beschrieben: „Bei P. calycina finden sich auf dem Grunde der Kapsel 50—100 mit demselben verwachsene Schleuderträger in Form von zarten, dünnen Schläuchen, bei denen übrigens die Schlauchhaut ohne Anwendung eines Färbemittels kaum zu sehen ist. Dieselben sind 0,6—0,8 mm lang, fast gleichförmig, kaum 0,005 mm dick und enthalten eine zweitheilige, ganz unregelmässig gewundene Spiralfaser".

Erwähnen möchte ich noch eine bei P. calycina häufige Erscheinung. Vielfach findet man auf der Innenseite der Klappen an beliebiger Stelle eigenthümliche, zuweilen verzweigte, schlauchartige Zellen, die ihrer ganzen Länge nach festgewachsen sind. Nach ihrer Gestalt könnte man sie für ein Mittelding zwischen einer Wandzelle und einer Elatere halten. Ihre Wände sind meist mit einer mehrtheiligen Spiralfaser, seltener mit ringförmigen Verdickungen versehen.

P. epiphylla. Auf die Möglichkeit, P. epiphylla und P. calycina, die sehr häufig verwechselt werden, durch den Bau der Kapselwand leicht auseinander zu halten, macht Jack (2. pag. 5) aufmerksam, nachdem, wie es scheint, Limpricht[3])

1) Jack, Botanische Zeitung 1877 pag. 71 ff.

2) Jack, Beiträge z. Kenntniss der Pellia-Arten. Flora 1895. Ergzbd. pag. 1 ff.

3) Kryptogamenflora von Schlesien. Herausgegeben von Prof. Dr. Ferdinand Cohn. Breslau 1877.

dieses Unterscheidungsmerkmal zuerst festgestellt hat. Jack sagt darüber: „es bieten auch die Kapselklappen noch ein treffliches Merkmal; die langgestreckten Zellen der inneren Schicht dieser Klappen (von P. epiphylla nämlich) enthalten zahlreiche Halbringfasern, welche man leicht sehen kann, und welche den Kapselklappen der P. calycina fehlen". Welche Verwirrung bis dahin in der Bestimmung dieser beiden Arten geherrscht hat, sowohl in den Beschreibungen als auch in den Sammlungen getrockneter Lebermoose, zeigt eine von Jack vorgenommene Controle (l. c. pag. 13). Die polygonalen Zellen der Aussenschicht tragen anguläre Verdickungen, ausserdem treten hin und wieder Verdickungsleisten mitten auf den senkrecht zur Kapselwand stehenden Wänden auf (Fig. 21, 22). Die mehr gestreckten, regellos gelagerten Zellen der Innenschicht sind auf der vorgewölbten Innenwand gebräunt und tragen auf derselben eine Anzahl (5—8) Halbringfasern, die ganz an die der akrogynen Jungermanniaceen erinnern. Zwischen diesen beiden Schichten schiebt sich häufig noch eine dritte ein, die in der Ausbildung ihrer Wandverdickungen ganz der Innenschicht gleicht; zuweilen jedoch finden sich auch einzelne Zellen in derselben, die nur auf den Radialwänden Verdickungen besitzen.

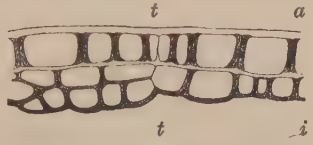


Fig. 22. Pellia epiphylla. Querschnitt durch die Kapselwand. *t t* Trennungslinie zweier Klappen. *a* Aussenseite, *i* Innenseite der Wand. (170/1.)

P. Neesiana verhält sich nach Jack's Angaben in Bezug auf den Bau der Kapselwand wie P. epiphylla.

Treubia insignis.

Das Sporogon dieser seltenen Art war bis vor Kurzem unbekannt; erst Goebel[1]) erwähnt dasselbe und gibt auch eine Abbildung, ohne indess näher auf den Bau der Kapselwand einzugehen.

Die Kapsel erinnert in ihrem Aussehen ganz an die von Pellia, nur dass sie etwas grösser ist; sie ist ziemlich lang gestielt, kugelig und misst über 2 mm im Durchmesser. Das mir vorliegende Exemplar war leider nicht mehr ganz intact, stellenweise war die Wand schon in Zersetzung begriffen und die Zellen der Aussenschicht waren mit zahlreichen Fäulnissbacterien erfüllt. Doch gelang es mir noch, Längs- und Querschnitte durch das Sporogon herzustellen, die Folgendes erkennen liessen.

Die Wand ist 3—4 schichtig; eine äussere Schicht aus grossen flachen Zellen, deren Wände keinerlei Verdickungen aufweisen, hebt sich scharf von den weit engeren, langgestreckten, mit zahlreichen hellbraunen Wandverdickungen ausgestatteten Zellen der inneren Schichten ab. Die Verdickungen sind Halbringfasern, welche ihre offene Seite stets nach Aussen kehren. In der an den Sporenraum grenzenden Schicht sind sie oft zu vollständigen Ringen ergänzt, die dann jedoch auf der nach Aussen gekehrten Zellwand etwas schwächer werden. Sie sind stets quer zur Längsachse der Zelle gelagert und finden sich in grosser Anzahl (oft bis 10) in einer Zelle; häufig treten statt der Halbringe und Ringe Spiralbänder auf, jedoch nie mehr als eines in einer Zelle. Die Innenwand der Zellen

1) Goebel, Organographie d. Pflanzen, II. Theil, Bryophyten pag. 266 Fig. 166.

in dieser Schicht ist leicht gebräunt. Die Zellen der Mittelschicht der Wand, die ganz ähnlich gebaut sind, besitzen statt der Halbringfasern bisweilen Verdickungsleisten nur auf den Radialwänden.

Die Kapselwand ist in ihrer oberen Hälfte dreischichtig und nimmt nach unten an Dicke zu, indem eine vierte, der Mittelschicht gleiche Schicht eingeschoben wird, und zugleich die einzelnen Zellen der Wand allmählich weitlumiger werden. Der Boden der Kapsel wird von etwa vier Lagen grosser, weitlumiger Zellen gebildet, die mit zahlreichen Faserringen ausgestattet sind und einen ziemlich unvermittelten Uebergang in den Stiel bilden.

Der Wand ansitzend fanden sich stellenweise kurze, dicke Schläuche mit spiralig verdickten Wandungen, die der Länge nach der Wand anlagen. Auch am Boden des Sporogons findet man einzelne derartige Zellen, welche in den Sporenraum hineinragen.

Trennungslinien aufzufinden gelang mir nicht; der ganze Bau der Kapselwand weist aber auf ein vierklappiges Aufspringen hin.

Fossombronia.

Die Wand des kugeligen, kurzgestielten Sporogons ist zweischichtig. Nach Leitgeb[1]) sind die Zellen der äusseren Schicht mässig verdickt. Bei F. Dumortieri, F. pusilla und F. caespitiformis fand ich die grossen, flachen, dünnwandigen Zellen der Aussenschicht ganz unverdickt. Die innere Schicht dagegen (die sich im Scheitel der Kapsel spaltet, so dass die Wand hier dreischichtig ist) ist mit zahlreichen und sehr starken Verdickungen versehen. Auch zeigen die Tangentialwände eine schwache, gleichmässige Verdickung und Bräunung. Die Verdickungen sind leistenförmig und auf den radialen Wänden der Zellen gleichmässig vertheilt. Meist greifen sie noch mit einem kleinen Ansatz auf die Innenwand der Zelle über und sind in seltenen Fällen zu Halbringfasern oder gar zu vollständigen Ringen ergänzt.

Ueber die Art des Aufspringens der Kapsel sind wir durch die Leitgeb'sche Schilderung (l. c.) hinlänglich unterrichtet. Es findet nämlich in der Regel ein Zerfallen der Wand in mehr oder weniger zusammenhängende Stücke oder Platten statt. „Die eine solche Platte zusammensetzenden Zellen gehören einer Generation an; die Platten entsprechen also den in einem mittleren Embryonalstadium die Wand zusammensetzenden Oberflächenzellen.“ Daneben kommt aber bisweilen ein Aufspringen mit vier Klappen vor, wie die vielen diesbezüglichen Angaben in den Beschreibungen, sowie namentlich die Beobachtungen Leitgeb's und Goebel's[2]) beweisen. Letzterer erwähnt ein solches Verhalten namentlich für F. pusilla. Ich selbst beobachtete in den meisten Fällen ein unregelmässiges Zerfallen der Wand, seltener einen Anlauf zur Klappenbildung, wobei stets die Klappen sehr unvollständig waren und am Scheitel und an den Rändern grosse Lücken aufwiesen.

---

1) Leitgeb, l. c. Heft III. pag. 116.

2) Goebel, Ueber Function und Anlegung der Lebermooselateren pag. 32. Flora 1895.

Monoclea.

Die eigenartige Gestaltung des Sporogons ist bekannt. Die Wand ist entgegen manchen neueren Angaben[1]) einschichtig, erreicht aber eine ganz ungewöhnliche Dicke, im Durchschnitt nämlich etwa $^1/_{10}$mm. Die Wandzellen sind in der Richtung der Längsachse gestreckt, im Querschnitt schmal-rechteckig, und zwar entsprechen die langen Seiten des Rechtecks den Radial-, die kurzen den Tangentialwänden der Zelle (Taf. XII Fig. 4*A*). Die Radialwände tragen zahlreiche (8—12) Verdickungsfasern in einer Ausbildung, wie sie sonst nicht beobachtet wird und die keineswegs als Ringfasern zu bezeichnen sind.[1]) Die Fasern verlaufen nicht in einer Transversalebene der Zelle, sondern sind stets etwas zu derselben geneigt und verlaufen als mehr oder weniger parallele, schmale, bogenförmige oder schwach geschlängelte Bänder auf den Radialwänden. In benachbarten Zellen sind diese Faserzüge zur Transversalebene im entgegengesetzten Sinne geneigt, und dadurch entsteht auf der gemeinsamen Radialwand zweier Zellen eine mehr oder minder regelmässige netzartige Zeichnung (Taf. XII Fig. 4*B*). Auf den ziemlich stark verdickten Innenwänden der Zellen verlieren sich die Fasern; auf die Aussenwände greifen sie mit kurzen Fortsätzen über.

Das Aufspringen bei Monoclea findet bekanntlich auf einem Längsriss an der Oberseite der horizontal gestellten Kapsel statt. Ueber die Ausbildung der Trennungslinie liess sich nichts Sicheres feststellen, da das einzige Sporogon, das verwendet werden konnte, nicht mehr intact war. Leitgeb[2]) vermutet, dass auch hier ursprünglich vier Trennungslinien angelegt werden.

Haplomitrium Hookeri.

Eine eingehende Schilderung des Baues der Haplomitrium-Kapsel gibt Gottsche[3]).

Auffällig ist bei dieser Gattung vor Allem die abweichende Stellung der Ringfasern. Bei sämmtlichen Lebermoosen, deren Kapselwände Zellen mit Ringfasern oder Halbringfasern aufweisen, sind stets mehrere (mindestens 2—3, oft auch bis 10 und mehr) in jeder Zelle vorhanden und quer zur Längsachse der Zelle orientirt. Nur Haplomitrium und eine weitere, gleich zu besprechende Gattung machen hiervon eine Ausnahme. Bei Haplomitrium trägt jede Zelle der einschichtigen Wand nur einen einzigen, längsgestellten, in der Medianebene der Zelle verlaufenden Ring.

Nach Gottsche springt das Sporogon vierklappig auf, was auch mit den Angaben der meisten übrigen Autoren übereinstimmt. Spruce[4]) gibt dagegen an: „In the European Scalia Hookeri the capsule is sometimes cloven on one side only, rarely are all the valves completely separated but mostly cohering at the apex, even when free elsewhere."

---

1) Schiffner (Hepaticae in Engler und Prantl's natürlichen Pflanzenfamilien) gibt für Monoclea unrichtig an: „Kapselwand zweischichtig, Innenzellen mit sehr deutlichen Ringfasern".

2) Leitgeb, l. c. Heft III pag. 78.

3) Gottsche, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri. Nova acta acad. Leopold.-Carolinae 1844, pag. 265 ff.

4) Spruce, Hepaticae andinae I pag. 359.

Wie schon von Gottsche[1]) festgestellt wurde, fehlt ein eigentlicher Elaterenträger; die Elateren sitzen direct den Spitzen der Klappen an. Doch finden sich zwischen denselben, ebenfalls der Wand angewachsen, eine Anzahl mehr oder weniger elaterenähnliche, aber viel kürzere und dickere Zellen, die man wohl als rudimentären Elaterenträger auffassen kann.

Calobryum Blumei.

Bisher scheint der Wandbau der Calobryum-Kapsel nicht genauer untersucht worden zu sein; in der Litteratur, soweit mir dieselbe bekannt geworden, fand ich gar keine diesbezüglichen Angaben. Goebel[2]) erwähnt bei der Beschreibung dieser Art, dass es ihm an dem nöthigen Material zur Untersuchung der Kapsel gefehlt.

Fig. 23. Calobryum Blumei. Wand des reifen Sporogons im Längsschnitt. *a* Aussenseite, *i* Innenseite der Wand. (170/1.)

Fig. 24. Calobryum Blumei. Wand des reifen Sporogons im Querschnitt. *a* Aussenseite, *i* Innenseite der Wand. (170/1.)

Die Wand der grossen, cylindrischen, bis 5mm langen Kapsel von Calobryum ist einschichtig. Die Wandzellen sind fast cubisch, nur wenig in der Richtung der Längsachse der Zelle gestreckt. Ihre Wände sind ganz leicht gebräunt. Jede Zelle trägt einen hellbraunen, längsorientirten, genau in der Mediane in gleicher Dicke auf den Tangentialwänden, der oberen und unteren Querwand verlaufenden Verdickungsring (Fig. 23, 24). Diese Ringe sind im Verhältniss zu den ziemlich grosslumigen Wandzellen nicht stark und weisen in allen Theilen der Kapselwand eine gleiche Ausbildung auf. Es kommt hier nie zu einer Verbreiterung der Ringe nach dem Zellinnern wie bei Haplomitrium, wo die Zellen im untern Theil der Wand dadurch fast in zwei Häften getheilt werden, die nur noch durch eine runde Oeffnung communiciren. Der Scheitel der Kapsel ist mehrschichtig, ebenso der Boden, der aus 2—3 Lagen von Zellen besteht, die ebenfalls mit je einer längsgestellten Ringfaser versehen sind.

Von einem Anhaften von Elateren im Scheitel ist im Gegensatz zu Haplomitrium keine Spur zu bemerken.

---

1) Gottsche, l. c. pag. 359.

2) Goebel, Calobryum Blumei. Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Vol. IX pag. 11 ff.

Die untersuchten Sporogone waren nicht so reif, wie es nöthig ist, wenn man das Aufspringen an Alkoholmaterial verfolgen will. Nach Nees von Esenbeck[1]) erfolgt das Aufspringen mittels eines Längsrisses, wie bei Monoclea.

In der Art ihrer Wandverdickungen zeigt Calobryum eine auffallende Uebereinstimmung mit Haplomitrium, das bis jetzt in dieser Beziehung allein stand, ein Verhalten, das für Goebel's Ansichten über die Verwandtschaft der beiden Genera eine weitere Bestätigung bildet.

III. Akrogyne Jungermanniaceen.

Bei der grossen Zahl der hierher gehörigen Gattungen können die vorliegenden Angaben auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen. Auch wurde die Anzahl der zu untersuchenden Gattungen schon deshalb eingeschränkt, weil die Verhältnisse hier wenig Neues zu bieten schienen. Berücksichtigt wurden namentlich die folgenden Arten:

Jungermannia bicuspidata L.
„ hyalina Lydl.
„ trichophylla L.
Alicularia scalaris Corda
Gottschea spec.
Plagiochila asplenioides M. et. N.
Scapania nemorosa N. a. E.
Liochlaena lanceolata N. a. E.
Lophocolea heterophylla N. a. E.
Chiloscyphus polyanthus Corda
Sarcogyne viticulosa Dum.
Geocalyx graveolens N. a. E.
Mastigobryum trilobatum N. a. E.
Ptilidium ciliare N. a. E.
Trichocolea tomentella N. a. E.
„ Pluma N. a. E.
Zoopsis argentea Hk.
Calypogeia Trichomanis Corda
Lepidozia reptans N. a. E.
Physiotium spec.

In scharfem Gegensatz zu der Variabilität in der Ausgestaltung des Sporogons und seiner Wandung bei den anakrogynen Jungermanniaceen steht die auffallende Einförmigkeit, welche die Sporogone der akrogynen Jungermanniaceen in dieser Beziehung zeigen. Hier liessen sich dieselben bei den untersuchten Gattungen alle auf denselben

1) Nees v. Esenbeck. Enumeratio plantarum cryptogamicarum Javae et ins. adjacent. Fasc. I Hepaticae pag. 2.

Typus zurückführen; die vorkommenden Unterschiede sind secundärer Natur und beziehen sich meist auf die Zahl der Schichten, aus denen die Wand aufgebaut ist, und auf die Ausbildung der Verdickungen in der an den Sporenraum grenzenden Schicht.[1])

Die Wand des Sporogons ist stets mehrschichtig und springt auf vorgebildeten Trennungslinien, die nach Leitgeb[2]) in ihrer Lage den ersten Quadrantenwänden des Embryo entsprechen, mit vier gleichen, glattrandigen Klappen auf. Die Trennungslinien sind ziemlich auffällig ausgebildet und zwar besonders in der Aussenschicht der Wand (Fig. 25).

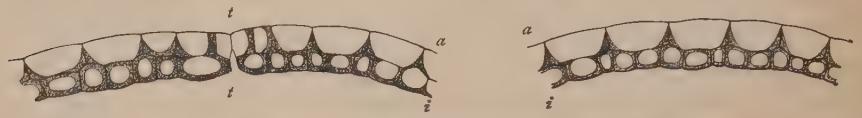


Fig. 25. Gottschea sp. Querschnitte durch die Wand der reifen Kapsel. *a* Aussenseite, *i* Innenseite, *t t* Trennungslinie zweier Klappen.

In den meisten Fällen wird die Trennungslinie hier auf beiden Seiten von einer oder auch zwei Reihen von Zellen eingefasst, die sich durch ihre geringe Grösse von den sonst ziemlich weiten Zellen derselben abheben. Die in der Trennungslinie selbst liegenden Radialwände zeichnen sich durch ihre grössere Aufnahmefähigkeit gegen Farbstoffe und das Fehlen jeder Art von Verdickungen aus, während die benachbarten Radialwände eine besonders starke Entwickelung derselben aufweisen. Da nun bei der geringeren Breite der die Trennungslinie begrenzenden Zellen die Radialwände hier näher an einander gerückt sind, so ergibt sich eine starke Anhäufung der mechanischen Elemente zu beiden Seiten der Trennungslinie. Selbst in Fällen, wo Verdickungsleisten in der Aussenschicht sonst fehlen, finden wir sie stets in den die Trennungslinie einfassenden Zellen. Auf der Innenfläche der Kapselwand ist die Trennungslinie nicht so auffällig. Man erkennt sie hier an dem Verlauf der betreffenden Radialwände, die an dieser Stelle die directe Fortsetzung der Radialwand der nächsten Schicht bildet und so eine fortlaufende Linie durch die ganze Wand des Sporogons darstellen, abgesehen davon, dass die Wände auch hier leicht Farbstoffe aufnehmen.

Die Wandzellen sind meist länglich und in regelmässigen Längsreihen angeordnet, eine Orientirung, die natürlich in den Klappen-

1) Nur bei den Jubuleae ist das Sporogon nach einem etwas abweichenden Typus gebaut; für Frullania, Lejeunia und Phragmicoma sind die Verhältnisse von Jack eingehend beschrieben. (Bot. Ztg. 1877. Hepaticae europaeae auctore B. C. Du Mortier.)

2) Leitgeb, Untersuchungen über die Lebermoose, Heft II pag. 59.

spitzen verloren geht, wo ihre Anordnung unregelmässig wird. Die Aussenschicht besteht meist aus breiteren, ziemlich flachen Zellen, während die der Innenschicht gewöhnlich schmal und mehr in die Länge gezogen sind. Bei den vielschichtigen Sporogonwandungen sind die Zellen der mittleren Schichten oft ausserordentlich englumig (Fig. 28). Am Scheitel spaltet sich zuweilen bei den zweischichtigen Formen die innere Schicht, so dass die Wand an dieser Stelle dreischichtig wird. Allgemein nimmt die Zahl der Schichten mit der Annäherung an den Kapselstiel um ein oder zwei zu. Aus diesen Gründen muss die Zählung der Schichten stets etwa in halber Kapselhöhe vorgenommen werden, da man sonst bei ein und derselben Art zu abweichenden Resultaten kommt.

Die Zahl der Schichten, aus denen die Wand bestehen kann, wechselt zwischen zwei und acht. Nach den Ergebnissen einer Anzahl Messungen hängt die Wanddicke in keiner Weise von der Zahl der Schichten ab, aus denen sie besteht. Man braucht bloss die folgenden Beispiele zu vergleichen.

Jungermannia,	Wand	2 schichtig,	Dicke der Wand	25 μ
Chiloscyphus,	„	5 schichtig	„ „ „	25 μ
Mastigobryum,	„	4 schichtig	„ „ „	35 μ
Plagiochila,	„	7—8 schichtig	„ „ „	55 μ
Physiotium,	„	7—8 schichtig	„ „ „	130 μ

Bei letztgenannter Gattung ist die Dicke der Wand auffallend gross und wird von keiner andern erreicht. Selbst Monoclea bleibt mit 100 μ beträchtlich gegen Physiotium zurück.

Eine zweischichtige Wand besitzen:

Jungermannia bicuspidata, J. hyalina, J. trichophylla, Alicularia scalaris, Liochlaena sp., Calypogeia Trichomanis, Gottschea sp., Zoopsis argentea;

eine vierschichtige:

Mastigobryum trilobatum, Lepidozia reptans, Ptilidium ciliare;

eine fünfschichtige:

Chiloscyphus polyanthus, Scapania nemorosa, Sarcogyne viticulosa, Geocalyx graveolens, Lophocolea heterophylla (letztere 5—6 schichtig);

eine 7—8 schichtige:

Trichocolea tomentella, T. Pluma, Physiotium giganteum, Plagiochila asplenioides.

Die charakteristischen Wandverdickungen finden sich in allen Schichten der Kapselwandung. In der Aussenschicht sind es meist einfache, auf den Radialwänden angebrachte Querleisten, in der den

Sporenraum begrenzenden Schicht quergelagerte Halbringfasern, deren offene Seite stets nach Aussen gekehrt ist. Vielfach zeigen die Zellen ausserdem noch eine schwache, gleichmässige Verdickung ihrer Innen- und Radialwände.

In der Aussenschicht sind die Verdickungsleisten nicht ganz streng auf die Radialwände beschränkt, sondern treten zuweilen auch auf den oberen und unteren Querwänden der Zelle auf. In der Besetzung der Radialwände zeigen sich mancherlei Verschiedenheiten; namentlich macht sich in dieser Beziehung öfters ein gewisser Wechsel bemerkbar, so dass die Verdickungen auf jeder zweiten Wand stärker entwickelt sind und auf den dazwischenliegenden schwächer, oder sie fehlen hier ganz. In manchen Fällen ist dieser Wechsel in der Ausbildung der Verdickungen nicht ganz regelmässig (Jungermannia trichophylla, Sarcogyne viticulosa, Mastigobryum trilobatum, Lophocolea heterophylla). Bei einer zweiten Gruppe fehlen die Verdickungen auf jeder zweiten Radialwand ganz oder fast ganz: Zoopsis argentea, Calypogeia Trichomanis, Scapania nemorosa, Ptilidium ciliare (Fig. 27). Bei Chiloscyphus polyanthus sind die Verdickungsleisten auf jeder zweiten Wand stärker entwickelt, ohne dass sie auf den dazwischenliegenden ganz fehlen. Eigenthümlich ist ihre Orientirung bei Physiotium, wo auch die Querwände ziemlich reichlich mit Verdickungsleisten ausgestattet sind.

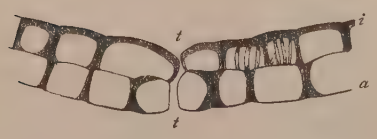


Fig. 26. Jungermannia bicuspidata. Wand der quergeschnittenen reifen Kapsel. *a* Aussenseite, *i* Innenseite der Wand, *t t* Trennungslinie, auf der die Klappen schon aus einander gerissen sind.

Fig. 27. Ptilidium ciliare. Flächenansicht der Kapsel von Aussen. (170/1.)

Hier findet sich ein Wechsel zwischen dicken Wänden ohne Leisten und dünnen Wänden, die reichlich mit Leisten besetzt sind, nicht nur auf den Radialwänden sondern auch auf den Querwänden. Es entstehen dadurch Gruppen von vier Zellen, die den Eindruck erwecken, als gehörten sie einer Generation an; diese Gruppen sind von dicken Wänden ohne Leisten begrenzt, während die sehr dünnen Wände, durch welche die Weitertheilung in der ursprüng-

lichen dickwandigen Zelle stattfand, mit sehr starken Verdickungsleisten versehen sind. Bei Trichocolea fehlen die Verdickungsleisten in der grosszelligen Aussenschicht bis auf die der Trennungslinie benachbarten Radialwände. Bei den vielschichtigen Wandungen mancher Formen sind die (oft auffallend kleinen) Zellen der mittleren Schichten mit Verdickungsleisten auf den Radialwänden versehen. Da diese aber stets mehr oder weniger auf die Innen- und Aussenwände der Zellen übergreifen, so entstehen auf diese Weise zuweilen Halbringe oder auch Ringe.

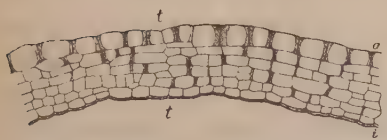


Fig. 28. Plagiochila asplenioides. Wand des quergeschnittenen reifen Sporogons. *a* Aussen-, *i* Innenseite der Wand. *t t* Trennungslinie. (180/1.)

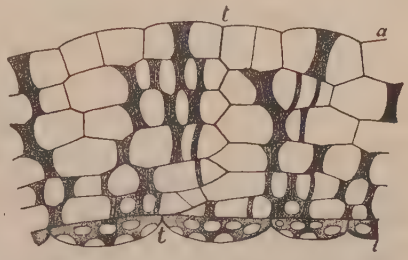


Fig. 29. Physiotium spec. Wand der quergeschnittenen reifen Kapsel. *a* Aussenseite, *i* Innenseite der Wand. *t t* Trennungslinie. (180/1.)

Die Halbringfasern der an das Sporogoninnere grenzenden Schicht sind stets quergelagert in den langgestreckten Zellen. Ihre Zahl beträgt etwa 4—12 in jeder Zelle. Zuweilen sind sie auf der Innenwand der Zelle mehr oder weniger deutlich unterbrochen und stellen dann in den extremen Fällen wieder Leisten auf den Radialwänden dar. Derartige unvollkommene Halbringfasern finden sich bei Jungermannia hyalina, Scapania nemorosa, Lepidozia reptans, Lophocolea heterophylla. Mit vollkommenen Halbringfasern sind versehen: Jungermannia trichophylla, J. biscuspidata, Geocalyx graveolens, Sarcogyne viticulosa, Alicularia scalaris, Ptilidium ciliare, Zoopsis argentea, Mastigobryum trilobatum, Calypogeia Trichomanis. Durch ihre grosse Breite zeichnen sich die Halbringe von Plagiochila asplenioides und Trichocolea tomentella aus. Gottschea hat sowohl vollständige als auch unterbrochene Halbringfasern. Verzweigungen der Ringe sind nicht selten; hin und wieder findet man eine Spirale statt der Halbringfasern. Eine besondere Art der Wandverdickung findet sich in den Zellen der Innenschicht bei Physiotium. Die Ringe sind hier so breit und theilweise mit einander verschmolzen, dass sie nur noch runde, kleine, fensterartige Löcher zwischen sich freilassen.

Mechanik des Oeffnungsvorganges.

Was nun die Deutung der für das Lebermoossporogon so überaus charakteristischen Wandverdickungen seiner Zellen betrifft, so kann es keinem Zweifel unterliegen und ist auch wiederholt schon ausgesprochen worden, dass ihre Aufgabe eine mechanische ist und dass sie im engsten Zusammenhang stehen mit den Bewegungen, welche die Wand des Sporogons beim Aufspringen resp. Aufreissen ausführt. Nur bezüglich der Kräfte, welche das Aufspringen bewirken und der Einwirkung derselben auf die verdickten resp. unverdickten Theile der Wand gehen die Ansichten auseinander.

Leclerc du Sablon[1]), der auf die schon mehrfach hervorgehobene Analogie in Bezug auf Ausstattung mit Verdickungsfasern und Aufspringen zwischen dem Sporogon der Lebermoose und der Anthere hinweist (eine Analogie, die übrigens nur für einzelne Typen des Lebermoossporogons gelten kann), beschreibt den Wandbau und das Aufspringen des Sporogons bei einer Anzahl Jungermanniaceen. Seine Erklärung des Vorganges läuft darauf hinaus, dass durch die stärkere Schrumpfung der unverdickten Aussenwände gegenüber den verdickten Innen- und Radialwänden der Wandzellen eine Verkleinerung der Aussenseite des Sporogons hervorgerufen werde, die dann das Zurückschlagen der Klappen bedingt.

Steinbrinck[1]) untersuchte die Verhältnisse bei Pellia epiphylla und Frullania dilatata. Er nimmt im Gegensatz zu Leclerc nicht die Schrumpfungsdifferenz zwischen verdickten und unverdickten Theilen der Zellwand in Anspruch sondern eine gewisse Anisotropie der Zellmembranen, wonach diese in verschiedenen Richtungen beim Austrocknen verschieden schrumpfen sollen.

Von den Typen der Bewegungsmechanismen, welche Kamerling[2]) bei den Elateren der Lebermoose aufstellt, können zur Erklärung der Bewegungen der Sporogonwand beim Aufspringen, soweit meine Untersuchungen reichen, nur zwei herangezogen werden: die Cohäsionsmechanismen oder die Schrumpfungsmechanismen. Die Leclerc'sche Auffassung, dass durch die stärkere Schrumpfung der unverdickten Zellwände die verdickten zusammengezogen und gebogen

1) Leclerc du Sablon, Développement du Sporogone des Hépatiques. Annales des sciences naturelles 1885, pag. 183 ff.

1) Steinbrinck, Grundzüge der Oeffnungsmechanik von Blüthenstaub und einigen Sporenbehältern. Botanish Jaarboek, Gent 1895, pag. 334 ff.

2) Kamerling, Der Bewegungsmechanismus der Lebermooselateren, Flora 1898 pag. 158.

werden sollen, fand ich nirgends bestätigt. Falls diese Rolle den unverdickten Aussenwänden der Zellen zukommt, müssten ja dieselben bei geschrumpften Klappen straff gespannt erscheinen, in Wirklichkeit sind sie aber stets verbogen und eingefallen, wovon man sich auf einem beliebigen Querschnitt leicht überzeugen kann. Diese Erklärung ist daher als unzutreffend von vornherein auszuschliessen.

Am ungezwungensten scheint mir die Bewegung sich erklären zu lassen, wenn man die Cohäsion des schwindenden Füllwassers in Betracht zieht. Betrachten wir von diesem Standpunkte das Aufspringen im Zusammenhang mit der Anordnung der vorhin beschriebenen Wandverdickungen bei einigen der hauptsächlichsten Typen des Lebermoossporogons.

1. Jungermannia-Typus.

Die Verdickungsleisten der Aussenschicht sind als die mechanische Verlängerung [1]) der beiden Schenkel der Halbringfasern der Innenschicht aufzufassen. Tritt ein Schwinden des Füllwassers beim Austrocknen ein, so werden die unverdickten Aussenwände nach Innen gesogen und durch den Zug, den sie ausüben, muss eine Verbiegung der Innenwände stattfinden. Da nun durch die zur Längsachse der Zelle horizontale Lagerung der Halbringfasern in dieser Richtung eine Aussteifung erreicht ist, so wird sich einer Verbiegung der Zelle in verticaler Richtung und zwar nach Aussen der geringste Widerstand entgegensetzen. Durch diese Biegung der einzelnen Zellen ist eine ausgiebige Verkürzung der Aussenseite der Klappen in der Längsrichtung bedingt, die Klappe muss sich also nach Aussen umschlagen.

Hier gehören von den untersuchten Formen die Jungermanniaarten, Alicularia, Liochlaena, Calypogeia, Gottschea, Zoopsis. Auch die meisten anakrogynen Jungermanniaceen mit vielschichtiger Kapselwand gehören hierher.

2. Fegatella-Typus.

Infolge der regellosen Lagerung der Verdickungsringe in den Zellen des Deckelstücks wird die Verkürzung des ganzen Zellcomplexes nach allen Richtungen sich annähernd gleich bleiben. Da hier nun keine ausgebildeten Trennungslinien vorhanden sind, auf denen das Losreissen

---

1) Vergl. Steinbrinck, l. c. pag. 336.

desselben vor sich gehen kann, so muss dieses an dem mechanisch schwächsten Theil der Kapselwand stattfinden. Dies ist ungefähr an der Grenze des Deckelstücks, da wo der Ansatz an den einschichtigen Theil der Kapselwand stattfindet, wo schon durch den Wechsel in der Orientirung der Ringfasern ein Angriffspunkt gegeben ist. In den grossen Zellen des einschichtigen Theils der Wand werden die zwischen zwei Ringen gelegenen Theile der unverdickten Aussenwand beim Schwinden des Füllwassers nach Innen gezogen, und es erfolgt aus denselben Gründen wie bei dem zuerst erwähnten Typus eine Verkürzung der Aussenfläche der Kapselwand, wodurch dieselbe gezwungen wird, sich nach Aussen einzurollen. Hierher sind zu rechnen Fegatella und Dumortiera, sowie auch die übrigen mit Ringfasern versehenen Marchantieen, die nur insofern etwas abweichen, als hier der Zusammenhang zwischen den einzelnen Zellen des schwächer entwickelten Deckelstücks ein sehr lockerer ist und deshalb dasselbe nicht als Ganzes abgehoben wird, sondern in mehrere Stücke zerfällt.

3. Symphyogyna-Typus.

Das Sporogon der hierher zu stellenden Gattungen springt nicht mit vier Klappen auf, sondern auf vier Längsrissen, indem die Spitzen der Klappen im Scheitel zusammenhaften bleiben. Die langen Zellen der Aussenschicht, die für die Mechanik des Aufspringens allein in Betracht kommt, haben gleichmässig verdickte Radialwände, jede quergelagerte Verdickung fehlt. Die Innen- und Aussenwände sind unverdickt und werden mit der Abnahme des Füllwassers nach Innen eingestülpt werden und auf die Radialwände einen Zug ausüben müssen. Da die Zelle in verticaler Richtung durch die Verdickungen ihrer Radialwände ausgesteift ist, in horizontaler Richtung dagegen gar nicht, so wirkt der Zug in dieser Richtung, und die Radialwände der Zelle werden einander genähert. Auf diese Weise kommt eine Schrumpfung der ganzen Sporogonwand in tangentialer Richtung zu Stande, die das Aufreissen der vorgebildeten Spalten bewirkt.

Symphyogyna, Blyttia, Hymenophyton zum Theil.

4. Operculaten-Typus.

Die Operculaten sind ausgezeichnet durch die angulären Verdickungsleisten resp. durch verstärkte Radialwände ihrer polygonalen Zellen im oberen Drittel der Kapselwand. Innen- und Aussenwände sind ganz unverdickt, werden daher beim Schwinden des Füllwassers nach Innen eingestülpt und bewirken so eine Annäherung

der Radialwände an einander. Die dadurch hervorgerufene Schrumpfung des oberen Drittels der Kapselwand bewirkt entweder dessen Lostrennung auf einer vorgebildeten Naht (Duvalia und Grimaldia) oder den Zerfall in eine grössere Anzahl von Stücken in den Fällen, wo die Wand ein Netzwerk von sich kreuzenden Trennungslinien aufweist, welche je eine grössere Gruppe von Zellen umfassen [1]) (Plagiochasma und Reboulia).

Die vorliegende Arbeit entstand auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. K. Goebel im hiesigen pflanzenphysiologischen Institut. Ich benutze gern diese Gelegenheit, Herrn Prof. Goebel für die mannigfache Unterstützung und Anregung, die mir derselbe zu Theil werden liess, sowie ganz besonders für die gütige Ueberlassung von werthvollem Material und Präparaten, meinen besten Dank auszusprechen.

Ferner möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Assistent Dunzinger danken für die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Zeichnungen, insbesondere für die Herstellung der Figuren zu Tafel XII.

München, im Januar 1899.

---

1) Mit diesen Ausführungen möchte ich die Möglichkeit, dass beim Oeffnungsvorgang in anderen Fällen auch Schrumpfungsmechanismen vorkommen können, wie sie Steinbrinck beschreibt, nicht in Abrede stellen. Jedenfalls ist sehr oft eine ausgesprochene Anisotropie der Membranen vorhanden, wie ich mich durch eine Anzahl von Untersuchungen im polarisirten Licht überzeugen konnte.

Tafelerklärung.

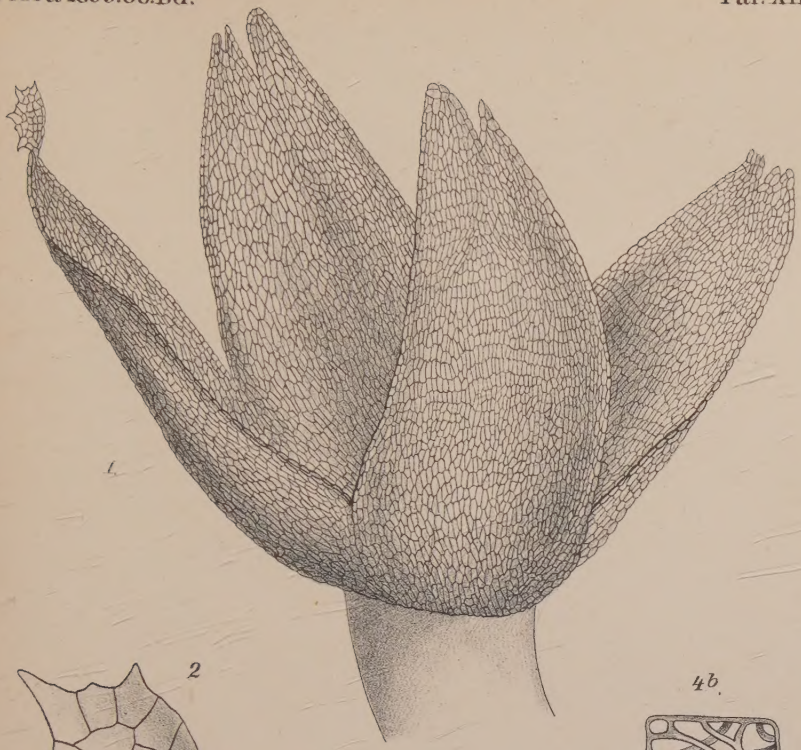
Tafel XII.

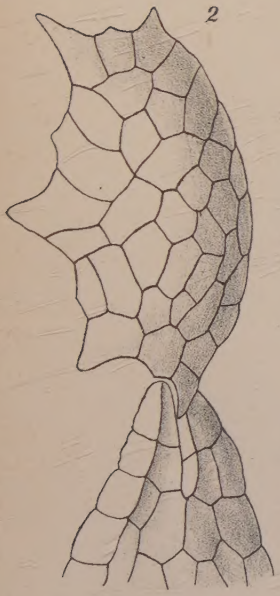
Fig. 1. Lunularia vulgaris. Aufgesprungenes Sporogon. Deckelchen einer Klappenspitze ansitzend (100/1).

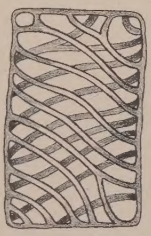
Fig. 2. Lunularia vulgaris. Das Deckelchen stärker vergrössert. (230/1).

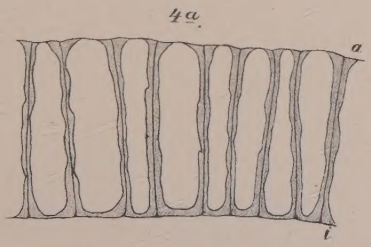
Fig. 3. Dumortiera irrigua. Kapsel beim Beginn des Oeffnungsvorganges von oben gesehen. Der Deckel wird eben abgehoben. (Schwach vergrössert.)

Fig. 4. Monoclea Forsteri. *A* Wand der quergeschnittenen reifen Kapsel. *i* Innen-, *a* Aussenseite der Wand. *B* Wandzelle durch Behandlung mit H_2SO_4 isolirt, um die Verdickungsleisten der Radialwände zu zeigen (140/1).









W. A. Meyn, Lith. Inst., Berlin S. 42.